

Professionelle Kompetenzen und Professionswissen im Lehrberuf

—

Verändert Fortbildung das Professionswissen?

Eine quantitative Forschungsstudie im Bereich
des Professionswissens von
Lehrpersonen

Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades eines
Doktors der Philosophie (Dr. phil.) im Fachbereich Erziehungs-
wissenschaften an der Fakultät I der
Pädagogischen Hochschule, Weingarten

vorgelegt von

Jürg Müller, Januar 2016

Disputatio: 8. Juli 2016

Vorwort

Die vorliegende Dissertation entstand im Rahmen des Forschungsprojektes „INTeB – Innovation naturwissenschaftlich-technischer Bildung in Grundschulen der Region Bodensee“ unter der Schirmherrschaft der Internationalen Bodensee Hochschule (IBH). Dieses Forschungsprojekt wurde in Kooperation zwischen den Ländern Deutschland, Österreich und der Schweiz durchgeführt. Die Projektleitung dieses umfassenden Projektes lag bei Prof. Dr. Bernd Reinhoffer von der PH Weingarten.

Ein grosses Dankeschön gilt all jenen Personen, die mich während der Projektphase, aber auch während des Verfassens der Dissertation mit Expertise, methodischen Anregungen, konstruktiver Kritik, Kompetenz und viel Geduld unterstützt und begleitet haben.

Namentlich sind dies: Prof. Dr. Bernd Reinhoffer und Dr. Franziska Vogt als Gutachende der Dissertation, Prof. Dr. Alexander Kauertz und Dr. Stefanie Schnebel aus dem Projektteam INTeB.

Unterstützung und Motivation erhielt ich während der ganzen Zeit aus meinem Freundes- und Kollegenkreis. Viele Leute waren zur richtigen Zeit zur Stelle und motivierten mich immer wieder. Euch allen, Freunden, Kolleginnen und Kollegen, Mitarbeitenden, gilt mein herzliches Dankeschön.

Ein spezieller und grosser Dank gebührt meinem privaten Umfeld: Meine Frau und unsere Jungs hielten mir mit viel Verständnis und Einsicht den Rücken frei und mussten mich zeitlich viel entbehren. Ohne diese enorme Unterstützung wäre das Bewältigen der Herausforderung nicht möglich gewesen.

I. Inhaltsverzeichnis

I.	Inhaltsverzeichnis	3
II.	Tabellenverzeichnis	7
III.	Abbildungsverzeichnis	11
1	Einleitung und Kontext der vorliegenden Dissertation	14
2	Professionelle Kompetenzen und Professionswissen	20
2.1	Professionelle Kompetenzen	22
2.1.1	Kompetenzorientierung	22
2.1.2	Kompetenzbegriff	24
2.1.3	Professionelle Kompetenzfelder und Kompetenzen im Lehrberuf	26
2.1.3.1	Professionelle Kompetenzfelder im Lehrberuf	26
2.1.3.2	Professionelle Kompetenzen im Lehrberuf	29
2.1.3.3	Grundlagen der professionellen Kompetenzen	30
2.1.3.4	Zentrale professionelle Kompetenzen	30
2.1.3.5	Physikdidaktische Kompetenzen aus Sicht der KMK bzw. D-EDK	37
2.1.4	Aneignung professioneller Kompetenzen	42
2.2	Professionswissen	43
2.2.1	Wissensbegriff und Formen von Wissen	44
2.2.2	Professionelle Wissensdimensionen von Lehrpersonen	45
2.2.3	Merkmale von Professionswissen	49
2.2.4	Fachwissen-content knowledge (CK)	50
2.2.5	Fachdidaktisches Wissen-pedagogical content knowledge (PCK)	51
2.2.6	Pädagogisches Wissen-general pedagogical knowledge (PK)	52
2.2.7	Aneignung von Professionswissen	53
2.2.7.1	Metakognition und selbstreguliertes Lernen	53
2.2.7.2	Aneignungsmodi von Professionswissen	56
2.3	Professionelle Kompetenzen und Professionswissen im Bildungssystemkontext	57
2.3.1	Unterricht im Kontext des Bildungssystems	57
2.3.1.1	Angebotsbezogene Faktoren	58
2.3.1.2	Nutzungsbezogene Faktoren	58
2.3.2	Stand der Forschung bzgl. Professionswissen und Unterrichtsqualität	59
2.3.2.1	Persönlichkeitsparadigma	60
2.3.2.2	Prozess-Produkt-Paradigma	61
2.3.2.3	Prozess-Mediations-Produkt-Modell	61
2.3.2.4	Experten-Novizen-Forschung	61
2.3.3	Professionswissen und Unterrichtsqualität in der Hattie-Studie	62

2.3.4 Professionswissen und Unterrichtsqualität nach Helmke	64
2.4 Professionelle Kompetenzen und Professionswissen in internationalen Forschungsprogrammen	66
2.4.1 TEDS-Studien	67
2.4.1.1 Einordnung und Ziel der Studie	67
2.4.1.2 Professionelle Kompetenzen in TEDS-M.....	68
2.4.2 COACTIV-Forschungsprogramm.....	70
2.4.2.1 Aspekte der professionellen Kompetenzen von Lehrpersonen	72
2.4.2.2 Datengrundlage.....	74
2.4.2.3 Hauptergebnisse der COACTIV-Studie	75
2.4.3 Lernprozessorientierte Fortbildung von Physiklehrpersonen.....	78
2.4.3.1 Erfahrungslernen.....	79
2.4.3.2 Konzeptbildung	79
2.4.3.3 Problemlösen	80
2.4.3.4 Basismodelle des Lehrens und Lernens.....	80
2.4.3.5 Untersuchungsdesign der Studie.....	82
2.4.3.6 Ergebnisse der Studie	84
2.5 Professionswissen und Interventionselement Fortbildung	85
2.5.1 Vier Ebenen wirksamer Lehrerfortbildung.....	88
2.5.1.1 Ebene 1: Reaktionen und Einschätzungen der Lehrpersonen	89
2.5.1.2 Ebene 2: Erweiterung der Lehrerkognition.....	89
2.5.1.3 Ebene 3: Unterrichtspraktisches Handeln.....	90
2.5.1.4 Ebene 4: Effekte auf Lernende	91
2.5.2 Merkmale der Wirksamkeit von Lehrerfortbildungen	92
2.5.3 Lehrerfortbildung als Forschungsgegenstand.....	96
2.6 Fazit	100
3 Methode	102
3.1 Forschungsdesign Projekt „INTeB“.....	102
3.2 Interventionselement Fortbildung im Projekt „INTeB“	103
3.2.1 Fortbildung	103
3.2.1.1 Allgemeine Fortbildungsinhalte.....	104
3.2.1.2 Spezifische Fortbildungsinhalte Interventionsgruppe I (IG _I)	105
3.2.1.3 Spezifische Fortbildungsinhalte Interventionsgruppe II (IG _{II}).....	110
3.3 Forschungsfragen und Hypothesen zum Professionswissen von Lehrpersonen	112
3.4 Anlage zur Untersuchung und Konstruktion der Instrumente.....	113
3.4.1 Quantitative Datenerhebung im Projekt „INTeB“.....	113
3.4.1.1 Überlegungen und Grundlagen für die Fragebogenerstellung	113
3.4.1.2 Erstellungsprozess des Fragebogens.....	117
3.4.1.3 Fragebogen für das Fachwissen	126

3.4.1.4	Auswertungsverfahren der quantitativen Datenerhebung	128
3.5	Stichprobe.....	128
4	Ergebnisse	131
4.1	Analyse der Stichprobe	131
4.2	Beurteilung der Fortbildung	133
4.2.1	Items zur Fortbildung.....	133
4.2.2	Ergebnisse zu den Items Fortbildung	135
4.2.2.1	Gruppenvergleiche	135
4.2.2.2	Ländervergleiche.....	136
4.2.3	Fazit	141
4.3	Güte der Instrumente und statistische Prüfung der Daten	141
4.3.1	Fachwissenstest.....	142
4.3.2	Skalen zu fachdidaktischem und pädagogischem Wissen.....	144
4.3.2.1	Skalen mit einem Messzeitpunkt	144
4.3.2.2	Skalen mit zwei Messzeitpunkten.....	149
4.3.2.3	Skalen mit drei Messzeitpunkten	150
4.3.3	Fazit	153
4.4	Charakterisierung der drei Gruppen zum Messzeitpunkt T1	154
4.4.1	Mittelwertvergleiche zwischen den Gruppen bzw. Ländern.....	154
4.4.2	Analyse der Ergebnisse (Gruppenvergleich)	157
4.4.3	Ländervergleiche.....	163
4.4.4	Fazit	167
4.5	Veränderungen des Professionswissen von Messzeitpunkt T1 zu T2	168
4.5.1	Veränderbarkeit des Fachwissens.....	168
4.5.1.1	Gruppenvergleiche	168
4.5.1.2	Ländervergleiche.....	170
4.5.2	Veränderbarkeit des fachdidaktischen Wissens.....	172
4.5.2.1	Gruppenvergleiche	173
4.5.2.2	Ländervergleiche.....	178
4.5.3	Fazit zur Veränderung des Professionswissen von Messzeitpunkt T1 zu T2	186
4.5.3.1	Fachwissen	187
4.5.3.2	Fachdidaktisches Wissen	187
4.5.3.3	Pädagogisches Wissen	188
4.6	Veränderungen des Professionswissens vom Messzeitpunkt T1 zu T3.....	188
4.6.1	Veränderbarkeit des Fachwissens.....	190
4.6.1.1	Gruppenvergleiche	191
4.6.1.2	Ländervergleiche.....	193

4.6.2 Veränderbarkeit des fachdidaktischen Wissens.....	196
4.6.2.1 Gruppenvergleiche	196
4.6.2.2 Ländervergleiche.....	207
4.6.3 Fazit zur Veränderung des Professionswissens von Messzeitpunkt T1 bis T3....	221
4.6.3.1 Veränderung des Fachwissens	221
4.6.3.2 Veränderung des fachdidaktischen Wissens	222
4.7 Länderunterschiede.....	225
4.7.1 Einleitung	225
4.7.2 Fazit: Gibt es Länderunterschiede?	225
5 Zusammenfassende Betrachtung (Diskussion, Konsequenzen, Ausblick)	228
5.1 Diskussion der zentralen Befunde	228
5.1.1 Erste Subfrage: Verändert sich das Professionswissen durch Fortbildungen? ...	228
5.1.1.1 Fachwissen	228
5.1.1.2 Fachdidaktisches Wissen	229
5.1.2 Zweite Subfrage: Welcher Fortbildungsfokus hat welche Auswirkungen?.....	233
5.1.3 Dritte Subfrage: Wie sind die Fortbildungen im Zusammenhang mit einer möglichen Veränderung des Professionswissens zu bewerten?	236
5.1.4 Fazit: Auswirkung von Fortbildungen auf das Professionswissen	237
5.2 Diskussion des methodischen Vorgehens	239
5.2.1 Fragebogen	239
5.2.1.1 Fragebogen Fachwissen	239
5.2.1.2 Fragebogen fachdidaktisches und pädagogisches Wissen.....	241
5.2.2 Stichprobe	243
5.2.3 Fazit	243
5.3 Grenzen der Studie	244
5.4 Mögliche weiterführende Betrachtungen	245
5.5 Gesamtfazit	247
5.5.1 Gewonnene Erkenntnisse und Befunde.....	247
5.5.2 Nutzen für Fortbildungsgestaltung und -wirksamkeit.....	248
5.5.3 Persönliches Fazit	252
IV. Literaturverzeichnis	253
V. Anhang: Instrumente	268
VI. Anhang: Datenanalysen	269
VII. Anhang: Detailliertere Angaben zum Projekt „INTeB“ und Stichprobe	270

II. Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Professionelle Kompetenzfelder von Lehrpersonen.....	27
Tab. 2: Kompetenzprofil für Physiklehrpersonen (vgl. Kircher et al., 2009)	37
Tab. 3: Kompetenzraster Lehrplan 21, NMG, Teilbereich Physik (vgl. D-EDK, 2010)	41
Tab. 4: Wissensformen im Überblick (vgl. Birbaumer et al., 1998)	45
Tab. 5: Merkmalsbündel zur Unterrichtsqualität (vgl. Einsiedler, 2009, 2013)	60
Tab. 6: Fragestellungen in TEDS-M (vgl. Blömeke, 2009)	68
Tab. 7: Professionswissensbereiche TEDS-M (vgl. Blömeke, 2009).....	69
Tab. 8: Übersicht über alle Basismodelle nach Oser und Baeriswyl (2001)	81
Tab. 9: Handlungsschritte der drei untersuchten Basismodelle (vgl. Trendel et al., 2008)	81
Tab. 10: Überblick über die allgemeinen Fortbildungsinhalte.....	104
Tab. 11: spezifische Fortbildungsinhalte für die Interventionsgruppe I (vgl. INTeB, 2012) ..	105
Tab. 12: Tiefenstrukturbezüge und Lernunterstützung (vgl. INTeB, 2012)	106
Tab. 13: Leitsätze für die Lernbegleitung (vgl. INTeB, 2012)	109
Tab. 14: Inhaltliche Struktur des physikalischen Phänomens „Fliegen“ (vgl. INTeB, 2012) ..	110
Tab. 15: Übersicht Forschungsfrage und Hypothesen.....	112
Tab. 16: Mögliche Formen von Ratingskalen (vgl. Bühner, 2011, S. 113)	116
Tab. 17: Vergleich DORE – INTeB (vgl. Müller, 2011, S. 10).....	118
Tab. 18: Vergleich TIMSS – INTeB (vgl. Müller, 2011, S. 11)	119
Tab. 19: Beschreibung Kleickmann-Konstrukte Gruppe 1 (vgl. Kleickmann, 2008).....	120
Tab. 20: Beschreibung Kleickmann-Konstrukte Gruppe 2 (vgl. Kleickmann, 2008).....	121
Tab. 21: Beschreibung Kleickmann-Konstrukte Gruppe 3 (vgl. Kleickmann, 2008).....	122
Tab. 22: Übersicht Entstehungsprozess Fragebogen	123
Tab. 23: Übersicht Fragebogenthemen zu den einzelnen Messzeitpunkten	125
Tab. 24: Übersicht Fachwissen „Fliegen“ (vgl. INTeB, 2011).....	126
Tab. 25: Itemübersicht Fachwissen (vgl. INTeB, 2011).....	127
Tab. 26: Lesebeispiel Itemübersicht Fachwissen.....	127
Tab. 27: Stichprobe Übersicht Soll (absolute Zahlen)	130
Tab. 28: Stichprobe Übersicht Ist (absolute Zahlen)	130

Tab. 29: Stichprobe Übersicht Ist (absolute Zahlen)	131
Tab. 30: Zusammensetzung Sampling quantitativ (absolute Zahlen und Prozentanteile) ...	132
Tab. 31: Geschlossene Fragen zum Bereich Fortbildung (mit Beispielen)	134
Tab. 32: Mittelwerte Skala „Neues gelernt“ – Gruppenvergleiche	135
Tab. 33: Mittelwerte Skala „Neues gelernt“ – Ländervergleiche IG _I	137
Tab. 34: Mittelwerte Skala „Neues gelernt“ – Ländervergleiche IG _{II}	138
Tab. 35: Mittelwerte Skala „Neues gelernt“ – interner Ländervergleich DE	140
Tab. 36: Mittelwerte Skala „Neues gelernt“ – interner Ländervergleich CH	140
Tab. 37: Anzahl überlappende Items zum Fachwissen vor/nach Itemanalyse	142
Tab. 38: Item-Fit-Statistik nach Rasch	143
Tab. 39: Geprüfte Grundskalen mit einem Messzeitpunkt: Reliabilitätsanalysen	145
Tab. 40: Angepasste Skalen mit einem Messzeitpunkt: Reliabilitätsanalysen	147
Tab. 41: Geprüfte Grundskalen mit zwei Messzeitpunkten: Reliabilitätsanalysen	150
Tab. 42: Geprüfte Grundskalen: Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht	151
Tab. 43: Geprüfte Grundskalen: Einstellungen zu Naturwissenschaften	153
Tab. 44: Übersicht Skalen „Professionswissen“, Grobanalyse	154
Tab. 45: Tabellenausschnitt Mittelwertvergleiche für Gruppencharakterisierung	157
Tab. 46: Mittelwertanalyse Skala „Unterrichtsbeeinträchtigungen – Schülerverhalten“	158
Tab. 47: T-Test für Skala „Unterrichtsbeeinträchtigungen – Schülerverhalten“	158
Tab. 48: Mittelwertanalyse Skala „Fachwissen“	159
Tab. 49: T-Test für das Fachwissen	159
Tab. 50: Mittelwertanalyse Skala „Entwicklung eigener Deutungen“	161
Tab. 51: T-Test für Skala „Entwicklung eigener Deutungen“	161
Tab. 52: Mittelwertanalyse Skala „Diskussion von Schülervorstellungen“	161
Tab. 53: T-Test für Skala „Diskussion von Schülervorstellungen“	162
Tab. 54: Mittelwertanalyse Skala „persönliche Einschätzung zum Nawi-Unterricht“	162
Tab. 55: T-Test für Skala „persönliche Einschätzung zum Nawi-Unterricht“	163
Tab. 56: Mittelwertanalyse Skala „Einstellungen zu Äusserungen Schule und Erziehung“ (Ländervergleich KG)	164

Tab. 57: Mittelwertanalyse Skala „Unterrichten in Nawi – erweiterte Lehrverfahren“ (Ländervergleich KG).....	165
Tab. 58: Mittelwertanalyse Skala „Fachwissen“ (Ländervergleich IG _{II}).....	165
Tab. 59: Mittelwertanalyse Skala „Praktizismus“ (Ländervergleich, KG)	166
Tab. 60: Mittelwertanalyse Skala „Fachwissen“ IG _I und IG _{II}	169
Tab. 61: T-Test für die Skala „Fachwissen“	170
Tab. 62: Mittelwertanalyse Skala „Fachwissen“ (Ländervergleich IG _I und IG _{II})	171
Tab. 63: T-Test für die Skala „Fachwissen“ – Ländervergleich	172
Tab. 64: Übersicht Skalen „fachdidaktisches Wissen“, Grobanalyse	173
Tab. 65: Mittelwertanalyse Skala „Wichtigkeit Ziele und Wertschätzung im Nawi“ – IG _I und IG _{II}	174
Tab. 66: Mittelwertanalyse Skala „Conceptual Change“ – IG _I und IG _{II}	175
Tab. 67: T-Test für Skala „Conceptual Change“ – IG _I und IG _{II}	176
Tab. 68: Mittelwertanalyse Skala „Diskussion von Schülervorstellungen“ – IG _I und IG _{II}	177
Tab. 69: T-Test für Skala „Diskussion von Schülervorstellungen“ – IG _I und IG _{II}	177
Tab. 70: Mittelwertanalyse Skala „Wichtigkeit Ziele und Wertschätzung im Nawi-Unterricht“ (Ländervergleich IG _I und IG _{II}).....	179
Tab. 71: Mittelwertanalyse Skala „Wichtigkeit und Ziele physikalischer Bildung“ (Ländervergleich IG _I und IG _{II}).....	181
Tab. 72: Mittelwertanalyse Skala „Praktizismus“ (Ländervergleich IG _I und IG _{II})	183
Tab. 73: Mittelwertanalyse Skala „Diskussion von Schülervorstellungen“ (Ländervergleich IG _I und IG _{II})	185
Tab. 74: Übersicht Gruppen und Messzeitpunkte	188
Tab. 75: Übersicht Skalen „Fachwissen“ und „fachdidaktisches Wissen“, Grobanalyse.....	189
Tab. 76: Mittelwertanalyse Skala „Fachwissen“	191
Tab. 77: T-Test für die Skala „Fachwissen“	192
Tab. 78: Mittelwertanalyse Skala „Fachwissen“ (Ländervergleich IG _I , IG _{II} und KG).....	194
Tab. 79: T-Test für die Skala „Fachwissen“ – Ländervergleich	195
Tab. 80: Mittelwertanalyse Skala „Persönliche Einstellung/Einschätzung zum naturwissenschaftlichen Unterricht“	197

Tab. 81: T-Test für die Skala „Persönliche Einstellung/Einschätzung zum naturwissenschaftlichen Unterricht“	197
Tab. 82: Mittelwertanalyse Skala „Motiviertes Lernen“	198
Tab. 83: T-Test für die Skala „Motiviertes Lernen“	199
Tab. 84: Mittelwertanalyse Skala „Entwicklung eigener Deutungen“	200
Tab. 85: T-Test für die Skala „Entwicklung eigener Deutungen“	201
Tab. 86: Mittelwertanalyse Skala „Praktizismus“	201
Tab. 87: T-Test für die Skala „Praktizismus“	202
Tab. 88: Mittelwertanalyse Skala „Conceptual Change“	203
Tab. 89: T-Test für die Skala „Conceptual Change“	203
Tab. 90: Mittelwertanalyse Skala „Diskussion von Schülervorstellungen“	205
Tab. 91: T-Test für die Skala „Diskussion von Schülervorstellungen“	205
Tab. 92: Mittelwertanalyse „Skala Wichtigkeit Ziele und Wertschätzung im naturwissenschaftlichen Unterricht“ (Ländervergleich IG _I , IG _{II} und KG)	208
Tab. 93: T-Test für die Skala „Wichtigkeit Ziele und Wertschätzung im naturwissenschaftlichen Unterricht“ – Ländervergleich	208
Tab. 94: Mittelwertanalyse Skala „Wichtigkeit und Ziele physikalischer Bildung“ (Ländervergleich IG _I , IG _{II} und KG)	209
Tab. 95: Mittelwertanalyse Skala „Laisser-faire“ (Ländervergleich IG _I , IG _{II} und KG)	211
Tab. 96: Mittelwertanalyse Skala „Anwendungsbezogenes Lernen“ (Ländervergleich IG _I , IG _{II} und KG)	213
Tab. 97: Mittelwertanalyse Skala „Transmission“ (Ländervergleich IG _I , IG _{II} und KG)	214
Tab. 98: Mittelwertanalyse Skala „Praktizismus“ (Ländervergleich IG _I , IG _{II} und KG)	216
Tab. 99: Mittelwertanalyse Skala „Diskussion von Schülervorstellungen“ (Ländervergleich IG _I , IG _{II} und KG)	218
Tab. 100: T-Test für Skala „Diskussion von Schülervorstellungen“ – Ländervergleich IG _I	219
Tab. 101: T-Test für Skala „Diskussion von Schülervorstellungen“ – Ländervergleich IG _{II}	220
Tab. 102: Veränderung des Fachwissens – Überblick	221
Tab. 103: Itemübersicht Fachwissen (vgl. INTeB, 2011)	240
Tab. 104: Übersicht Subfragen und Erkenntnisse/Befunde	248
Tab. 105: Phasenschema – Veränderung des Professionswissens	250

III. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Grundmodell professioneller Kompetenzen und Professionswissen.....	15
Abb. 2: Adaptiertes Angebots-Nutzungs-Modell (vgl. Helmke, 2003).....	16
Abb. 3: Modell der Theorieabfolge.....	21
Abb. 4: Grundmodell professioneller Kompetenzen und Professionswissen.....	22
Abb. 5: Kompetenzbereiche und -niveaus (vgl. KMK, 2004a).....	23
Abb. 6: Modell der professionellen Kompetenz (vgl. Kunter et al., 2011)	29
Abb. 7: Kompetenz- und Anforderungsbereiche Physikunterricht (vgl. KMK, 2004b, S. 13)..	39
Abb. 8: Bildungsbereiche Mathematik/Nawi und übergeordnete Ziele gemäss HarmoS- Konkordat (vgl. D-EDK, 2010, S. 9)	41
Abb. 9: Grundmodell professioneller Kompetenzen und Professionswissen.....	44
Abb. 10: Komponenten fachdidaktischen Wissens von verschiedenen Konzeptualisierungen (Oliver/Park, 2007).....	52
Abb. 11: Theoretisches Modell Projekt SeLK (vgl. Kaiser, 2003)	55
Abb. 12: Aneignungsmodi von Professionswissen (vgl. Gieseke/Schäffter, 1988).....	57
Abb. 13: Systemisches Modell von Unterrichtsqualität (vgl. Reusser et al., 2003, S. 267)	58
Abb. 14: Wirkungsgeflecht der Klassenführung (vgl. Helmke, 2009).....	64
Abb. 15: Grafische Darstellung der professionellen Kompetenzen in TEDS-M (vgl. Blömeke, 2009)	69
Abb. 16: Modell zur professionellen Kompetenz (vgl. Baumert et al., 2006)	70
Abb. 17: Wirkung von professioneller Kompetenz der Lehrperson auf Unterricht und Lernende (vgl. Kunter et al., 2011).....	71
Abb. 18: Mehrmethodischer Zugang von COACTIV (vgl. Kunter et al., 2011).....	74
Abb. 19: Erweitertes Angebots- und Nutzungsmodell zur Erklärung der Wirksamkeit von Fortbildungs- und Professionalisierungsmassnahmen für Lehrpersonen (vgl. Lipowsky, 2010).....	95
Abb. 20: Modell des Lehrerhandelns (vgl. Wahl, 2001).....	99
Abb. 21: Forschungsdesign Projekt „INTeB“.....	102
Abb. 22: Schaubild Flugobjekte (vgl. INTeB, 2012)	110
Abb. 23: Schaubild Flugtricks (vgl. INTeB, 2012).....	111

Abb. 24: Schaubild Zuordnung Stationen (vgl. INTeB, 2012).....	111
Abb. 25: Itembeispiel Ja-Nein-Antwortformat (vgl. INTeB, 2011)	116
Abb. 26: The key questions about sampling (vgl. Jones et al., 2012, S. 29)	129
Abb. 27: Offene Frage zum Bereich Fortbildung: wichtigste Erkenntnisse	133
Abb. 28: Offene Frage zum Bereich Fortbildung: Verbesserungsvorschläge	133
Abb. 29: Geschlossene Frage zum Bereich Fortbildung: Fazit	134
Abb. 30: Mittelwerte Skala „Neues gelernt“ – Gruppenvergleich.....	136
Abb. 31: Mittelwerte Skala „Neues gelernt“ – Ländervergleich IG _I	138
Abb. 32: Mittelwerte Skala „Neues gelernt“ – Ländervergleich IG _{II}	139
Abb. 33: Person-Item Map „Fachwissen“	144
Abb. 34: Mittelwertvergleich Fachwissen T1	160
Abb. 35: Mittelwertveränderung Skala „Fachwissen“ von T1 zu T2.....	170
Abb. 36: Mittelwertveränderung Skala „Fachwissen“ von T1 zu T2 Ländervergleich IG _{II}	172
Abb. 37: Mittelwertveränderung Skala „Wichtigkeit Ziele und Wertschätzung im Nawi“ – IG _I und IG _{II}	175
Abb. 38: Mittelwertveränderung Skala „Conceptual Change“ von T1 zu T2	176
Abb. 39: Mittelwertveränderung Skala „Diskussion von Schülervorstellungen“ von T1 zu T2	178
Abb. 40: Mittelwertveränderung Skala „Wichtigkeit Ziele & Wertschätzung im Nawi“ – Ländervergleich IG _I	180
Abb. 41: Mittelwertveränderung Skala „Wichtigkeit Ziele physikalischer Bildung“ – Ländervergleich IG _I	182
Abb. 42: Mittelwertveränderung Skala „Praktizismus“ – Ländervergleich IG _{II}	184
Abb. 43: Mittelwertveränderung Skala „Diskussion von Schülervorstellungen“ – Ländervergleich IG _I	186
Abb. 44: Beispiel aus dem Testheft Fachwissen (vgl. INTeB, 2011)	190
Abb. 45: Mittelwertveränderung Skala „Fachwissen“ – Gruppenvergleich	192
Abb. 46: Mittelwertveränderung Skala „Fachwissen“ von T1 zu T3 – Ländervergleich IG _{II} ..	196
Abb. 47: Mittelwertveränderung Skala „Entwicklung eigener Deutungen“ – Gruppenvergleich	200
Abb. 48: Mittelwertveränderung Skala „Conceptual Change“ – Gruppenvergleich.....	204

Abb. 49: Mittelwertveränderung Skala „Diskussion von Schülervorstellungen“ – Gruppenvergleich	206
Abb. 50: Mittelwertveränderung Skala „Wichtigkeit Ziele physikalischer Bildung“ – Ländervergleich IG _I	210
Abb. 51: Mittelwertveränderung Skala „Laisser-faire“ – Ländervergleich IG _I	212
Abb. 52: Mittelwertveränderung Skala „Anwendungsbezogenes Lernen“ – Ländervergleich KG	214
Abb. 54: Mittelwertveränderung Skala „Transmission“ – Ländervergleich KG.....	215
Abb. 55: Mittelwertveränderung Skala „Praktizismus“ – Ländervergleich KG.....	217
Abb. 56: Mittelwertveränderung Skala „Diskussion von Schülervorstellungen“ – Ländervergleich IG _I	219
Abb. 57: Mittelwertveränderung Skala „Diskussion von Schülervorstellungen“ – Ländervergleich IG _{II}	220
Abb. 58: Veränderung „Fachwissen“ – Ländervergleich total.....	226
Abb. 59: Veränderung „Praktizismus“ – Ländervergleich total	227
Abb. 60: Beispiel für unpräzise Itemformulierung bzw. Antwortformate	242

1 Einleitung und Kontext der vorliegenden Dissertation

Ergebnisse und Diskussionen internationaler Schulleistungsvergleichsstudien wie PISA (Program for International Student Assessment) der Jahre 2000, 2003 und folgende (vgl. Stanat et al., 2002, 2003, 2006 und 2009) oder die Leistungsstudie TIMSS (Third International Mathematics and Science Study) (vgl. Baumert et al., 1997, 2000a) haben in den beteiligten Ländern eine umfassende Diskussion und Auseinandersetzung zu Schulqualität, Strukturen, dem Lernen und Rahmenbedingungen in den Schul- und Bildungssystemen angeregt (vgl. Klieme et al., 2007).

Die PISA-Ergebnisse (vgl. PISA, 2006) zu den naturwissenschaftlichen Kompetenzen der Schülerinnen und Schülern haben gezeigt, dass im Bereich der naturwissenschaftlich-technischen Interessens- und Wissensbildung noch Nachholbedarf besteht. Während PISA Aussagen über den Schulleistungsstand innerhalb der Sekundarstufe I macht, geht Lück (2003) davon aus, dass mit dem Aufbau der naturwissenschaftlichen Kompetenzen in der Grundstufe und somit zu einem frühen Zeitpunkt begonnen werden muss. Die reflektierte Teilhabe an einer durch Technik und Naturwissenschaften geprägten Welt ist heute ohne naturwissenschaftliche Grundbildung nicht möglich (vgl. Lange et al., 2014, S. 35). Anhand der PISA-Resultate ist zu erkennen, dass eine Förderung der naturwissenschaftlichen Kompetenzen erforderlich ist. Darunter werden das Erkennen von Fragestellungen, das Vermitteln und Anwenden von naturwissenschaftlichem Wissen sowie die Bewusstmachung und Reflexion naturwissenschaftlicher Themen subsumiert (vgl. PISA, 2006).

Für die Förderung von Fertigkeiten und Fähigkeiten bei den Lernenden bedarf es Professionswissen bei den Lehrenden. Dies wird u. a. im Projekt INTeB (Innovation naturwissenschaftlich-technischer Bildung in Grundschulen der Region Bodensee) erforscht. INTeB stellt ein Projekt dar, welches seit Anfang 2011 von der Internationalen Bodensee Hochschule (IBH) an den pädagogischen Hochschulen Weingarten, Vorarlberg und St. Gallen gefördert wird. Nebst der Erforschung des Professionswissen bzw. dessen Veränderbarkeit aufgrund von Fortbildungen in einem Teilbereich werden drei weitere Teilbereiche untersucht: das Lehrerhandeln, die Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler, die Rahmenbedingungen sowie die Nachhaltigkeit des Lernarrangements bzgl. naturwissenschaftlichem Lernen.

Das Projekt ist als Interventionsstudie angelegt, in deren Zentrum der Einsatz eines mobilen Lernarrangements steht. Inhaltlich deckt dieses Lernarrangement mit Experimentieraufgaben in 16 Lernstationen das physikalische Phänomen des Fliegens ab.

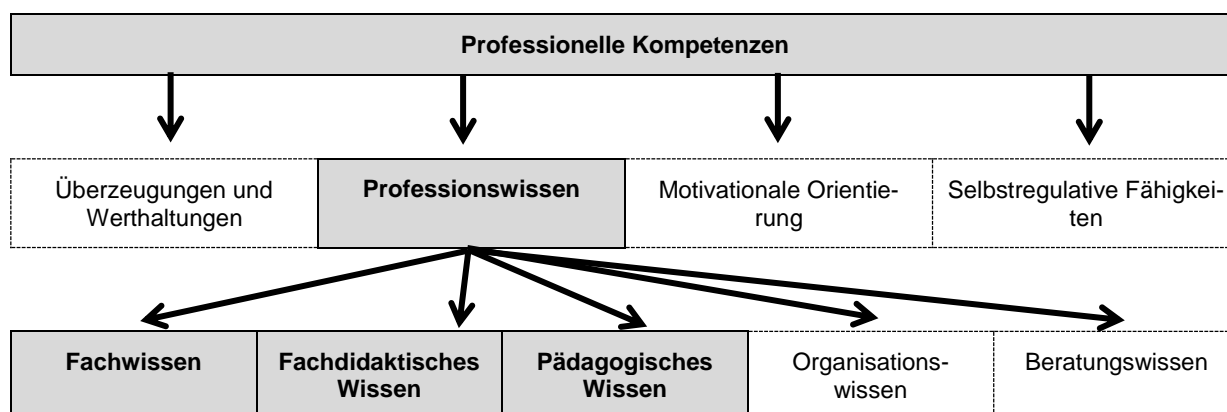
Im Zusammenhang mit dem Professionswissen der Lehrpersonen stellt sich die Frage, ob die Lehrpersonen das notwendige Rüstzeug haben, um eine nachhaltige Bildung im naturwissenschaftlichen Unterricht zu gewährleisten. In diesem Kontext wird dann auch die Frage

nach der Wirksamkeit von Aus-, Fort- und Weiterbildung diskutiert (vgl. Terhart 2006; Blömeke, 2003; Blömeke, Reinhold und Tulodziecki, 2004; Tenorth, 2004; Lipowsky, 2007, 2010, 2013). In der vorliegenden Dissertation soll deshalb geklärt werden, ob und wie sich das Professionswissen aufgrund von Fortbildungsschwerpunkten verändert.

Kompetenzaufbau setzt Wissen voraus, professionelle Kompetenzen bauen auf Professionswissen auf (vgl. Joller-Graf et. al., 2014). Das bedeutet, dass die Lehrpersonen in hohem Masse fachliches wie auch fachdidaktisches Wissen aufweisen müssen, um die Schülerinnen und Schüler im Kompetenzaufbau zu unterstützen. Nebst diesen zwei Komponenten darf die dritte Wissenssäule — das pädagogische Wissen — in der Professionalität von Lehrpersonen nicht fehlen.

Diese Aussagen orientieren sich in grossen Zügen an COACTIV (vgl. Unterkapitel 2.4.2). In Anlehnung an COACTIV (vgl. Baumert et. al., 2006b), und Blömeke et al. (2009) kann der vorliegenden Arbeit folgendes Modell (vgl. Abb. 1) der professionellen Kompetenz und des Professionswissens zugrunde gelegt werden, um die Forschungsfrage der Veränderbarkeit von Professionswissen einzuordnen und zu verorten.

Abb. 1: Grundmodell professioneller Kompetenzen und Professionswissen



Das oben skizzierte Grundmodell bildet die theoretische Grundlage für die Beantwortung der zentralen Frage, ob sich das Professionswissen durch Fortbildung verändert. Die Inhalte der grau schattierten Felder werden dabei im Theorieteil (vgl. Kapitel 2) prominent dargelegt und begründet.

Einblick in das Projekt INTeB und dessen theoretische Einbettung

Für das Verständnis der nachfolgenden Kapitel und die Zielorientierung ist eine vorangehende Darstellung und Erläuterung der theoretischen Einbettung des Forschungsprojekts „Innovation naturwissenschaftlich-technischer Bildung in Grundschulen der Region Bodensee“ (INTeB), in welchem die vorliegende Dissertationsschrift zu verorten ist, grundlegend.

Das Kooperationsprojekt der drei pädagogischen Hochschulen St. Gallen (CH), Vorarlberg (A) und Weingarten (D), welches von der Internationalen Bodensee Hochschule (IBH) geför-

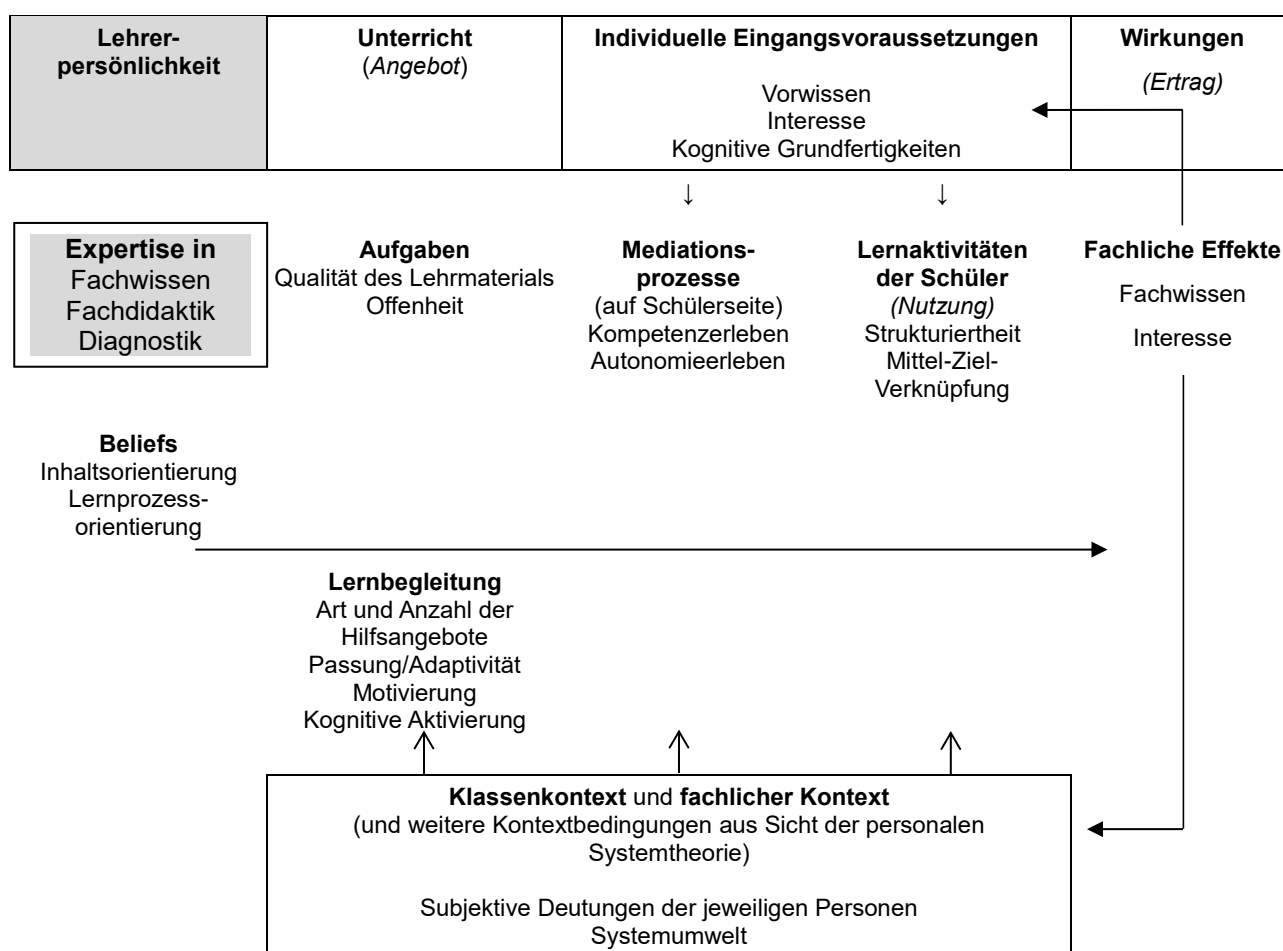
dert wurde, hatte auf der Grundlage des adaptierten Angebot-Nutzungsmodells nach Helmke (2003) folgende vier Teilbereiche im Fokus:

1. *Expertise der Lehrperson*
2. *Lernangebot der Lehrperson*
3. *Angebotsnutzung der Lernenden und Ergebnis des Lernens*
4. *Kontextbedingungen*

Um das Leistungsniveau sowie den Wissens- und Kompetenzzuwachs bei den Schülerinnen und Schülern zu erhöhen, bedarf es eines optimalen Zusammenspiels zwischen dem Lernangebot der Lehrperson und den Nutzungsbedingungen der Lernenden (vgl. Helmke, 2009). Das Gesamtprojekt INTeB analysiert diesen Wirkzusammenhang, während sich die vorliegende Arbeit dabei auf den 1. Teilbereich, Expertise der Lehrperson (in der Abb. 2 grau hinterlegt), konzentriert.

Folgende Abbildung (vgl. Abb. 2) zeigt das erwähnte adaptierte Angebot-Nutzungs-Modell nach Helmke, welches dem Projekt INTeB zugrunde liegt.

Abb. 2: Adaptiertes Angebots-Nutzungs-Modell (vgl. Helmke, 2003)



Auf eine weitere Ausformulierung des Modells wird an dieser Stelle verzichtet, da in der vorliegende Arbeit, wie bereits erwähnt, nur die Expertise der Lehrperson im Zentrum steht.

Zielsetzung der Forschungsstudie INTeB

Den Lehrpersonen wird ein mobiles Lernarrangement zum physikalischen Thema des Fliegens für entdeckendes, handelndes Lernen mit der Klasse zur Verfügung gestellt. Dabei stehen in mehreren Teilprojekten verschiedene Forschungsfragen im Zentrum, so z. B.: Wie verlaufen die Lernprozesse der Kinder? Wie ist die Lernbegleitung durch die Lehrperson?

Die Lehrpersonen erhalten zum Einsatz des mobilen Lernarrangements entweder eine lernprozess-, eine inhaltsorientierte oder keine Fortbildung. Dadurch soll u. a. der Frage nach Veränderungen bei den Lehrpersonen nachgegangen werden können: Wie verändert sich die Lehrkompetenz und das Professionswissen? Wie verändert sich die Lernbegleitung?

Die Forschungsstudie INTeB dient somit einerseits der Erforschung der Veränderbarkeit des Professionswissens von Lehrpersonen mithilfe von Fortbildungsinterventionen sowie der Untersuchung der Auswirkungen auf deren Handeln, andererseits der gründlichen Erforschung der Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler in einer forschend zu entdeckenden Lernumgebung und der Analyse der Lernunterstützung in einem derartigen naturwissenschaftlichen Lernarrangement. Die Zusammenfassung aller Erkenntnisse und Daten aus den einzelnen Teilprojekten soll einen wichtigen Beitrag zur Stärkung der naturwissenschaftlichen Bildung und dem naturwissenschaftlich-technischen Lehren und Lernen im Primar- bzw. Grundschulbereich liefern. Für eine erfolgreiche und nachhaltige Implementierung solcher innovativen Lernumgebungen dienen die Erkenntnisse aus dem 4. Teilprojekt, in welchem es um die Analyse und Dokumentation systemischer Bedingungen des Gelingens geht. Weitere Angaben zum Forschungsprojekt finden sich im Unterkapitel 3.1 sowie auf dem Datenträger im Anhang VII.

Gliederung der vorliegenden Arbeit

Die Forschungsgegenstände, welche dieser Arbeit zugrunde liegen, sind einerseits das Professionswissen und die professionellen Kompetenzen im Handeln einer Lehrperson. Andererseits ist es die Unterstützungs- bzw. Interventionsmassnahme Fortbildung. Es geht letztlich darum, zu erforschen, ob diese Unterstützungsmassnahme bzw. Intervention eine Veränderung des Professionswissens bzw. der professionellen Kompetenzen auslöst und ob sich Effekte einstellen oder nicht.

In der vorliegenden Untersuchung werden die dargestellten Anforderungen in der Professionswissensforschung (vgl. Shulman, 1986, 1987; Blömeke, 2003; Baumert/Kunter, 2006a etc.) zur weitergehenden Beschreibung des Forschungsgegenstandes aufgegriffen. Die dargestellten Befunde werden mit Herausforderungen des Interventionselementes Fortbildung (vgl. Lipowsky, 2010) verknüpft.

Das Kapitel 2 bildet den theoretischen Teil. Es beinhaltet eine umfassende Auslegeordnung zu den Begriffen professionelle Kompetenzen und Professionswissen, eine Verortung in an-

deren Forschungsstudien und eine Verknüpfung mit dem Interventionselement Fortbildung. Ein Fazit und die Fragestellungen runden den theoretischen Teil ab und leiten zum empirischen Teil der Dissertation über.

Der empirische Teil gliedert sich in drei Kapitel. Das Kapitel 3 widmet sich allen methodischen Punkten, wie dem Forschungsdesign, der Konzeption des Interventionselementes Fortbildung, der Erstellung der Erhebungsinstrumente und der Stichprobe. Das 4. Kapitel umfasst die Ergebnisse und Analysen der erhobenen Daten.

Das letzte Kapitel (vgl. Kapitel 5) dient einerseits der Diskussion der in Kapitel 4 dargestellten Ergebnisse und thematisiert andererseits die Grenzen der vorliegenden Studie bzw. möglicher weiterführender Betrachtungen. Ein Gesamtfazit rundet die Arbeit ab.

In den Anhängen IV bis VI finden sich Unterlagen zur Datenerhebung und -auswertung sowie detailliertere Ausführungen zu ausgewählten Kapiteln.

Theoretischer Teil

2 Professionelle Kompetenzen und Professionswissen

Wissen und Können gelten als Kern einer Professionalität (vgl. Baumert et al., 2006a). Dies bedeutet, dass Wissen und Können, also deklaratives, prozedurales sowie strategisches Wissen, zentrale Komponenten in der Lehrerprofessionalität darstellen.

Die Professionalität entwickelt sich nicht als beiläufige Folge von Praxiserfahrungen. Als Grundlage für die Entwicklung lassen sich die folgenden Faktoren hervorheben (vgl. Hargreaves, 1994; Messner et al., 2000a/b; Halbheer/Reusser, 2009):

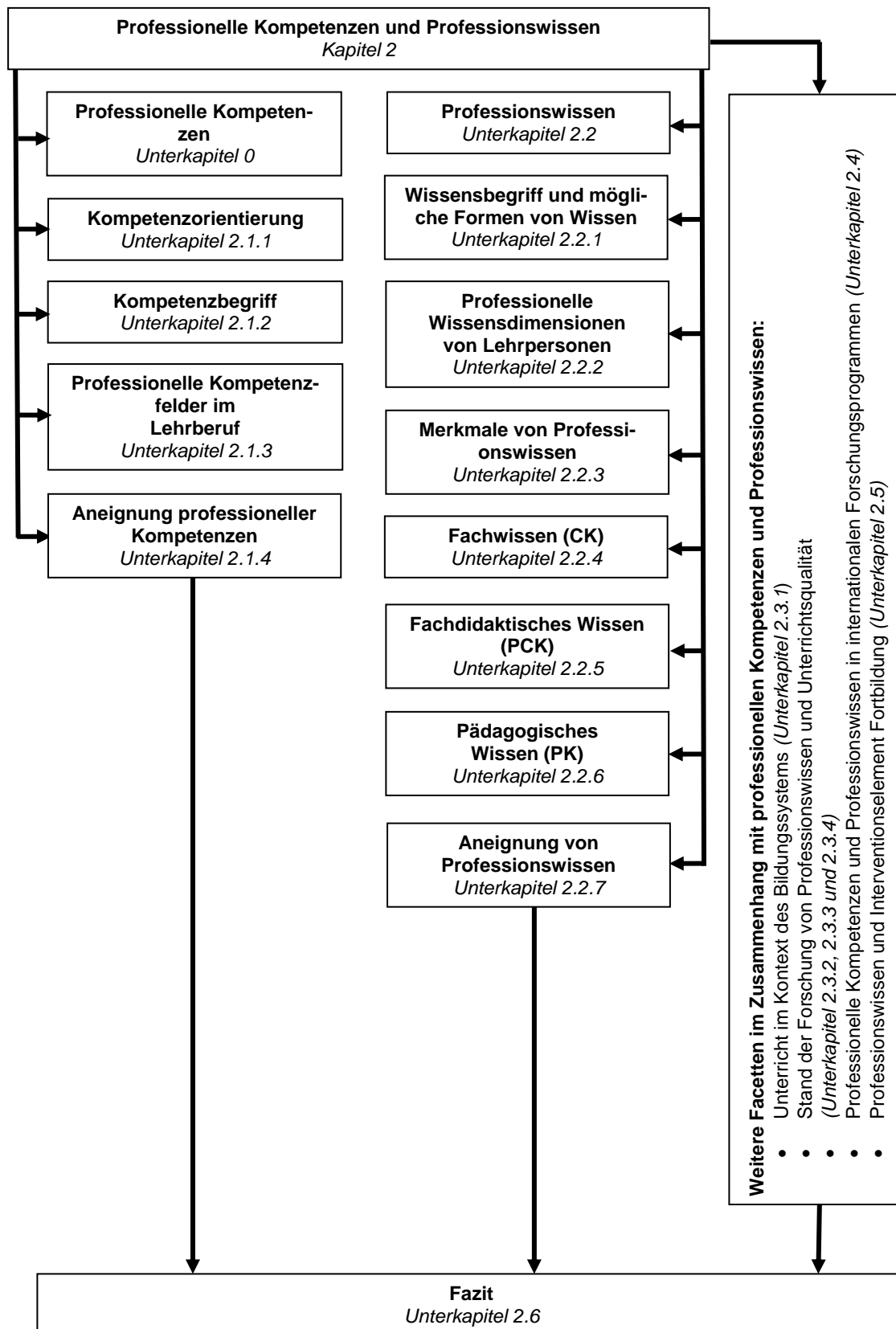
- *Lehrpersonen sind als lebenslang beruflich Lernende zu verstehen,*
- *professionelle Entwicklung verlangt nach periodischer Evaluation der eigenen Tätigkeit, sei dies im Rahmen von Selbst- oder auch Fremdevaluationen,*
- *Schulentwicklung soll Möglichkeiten zur Entwicklung des pädagogischen Personals bieten,*
- *Weiter- und Fortbildungsangebote sollen personenbezogen und auf die Bedürfnisse der Einzelschule konzipiert werden.*

Ausgehend von diversen Forschungsprogrammen, aber auch anhand von Schulleistungstudien, werden in diesem Unterkapitel Herausforderungen an die Bildungs- und Unterrichtsqualität bzw. deren Entwicklung im Zusammenhang mit der Lehrerprofessionalität dargelegt.

Im Sinne einer ersten definierenden Auslegeordnung werden die beiden Bereiche professionelle Kompetenzen und Professionswissen thematisiert. Professionelle Kompetenzen und Professionswissen sind in vielen Facetten und unterschiedlichen Terminologien im Bildungssystem präsent, beispielsweise in Unterrichtsforschung, Unterrichtsqualität und Unterrichtsentwicklung. Für die vorliegende Arbeit gelten die Begrifflichkeiten der professionellen Kompetenz bzw. des Professionswissens.

Diese Facetten professioneller Kompetenzen und des Professionswissens sind Gegenstand der folgenden theoretischen Verortungen. Wie das Grundmodell in der Einleitung (vgl. Abb. 1) zeigt, ist das Professionswissen als eine von vier professionellen Kompetenzen zu betrachten. In den Unterkapiteln 2.1.1 bis 2.1.4 geht es vorwiegend um den Überbau, um die Begrifflichkeit und die Inhalte von professionellen Kompetenzen. Das Professionswissen wird in den Unterkapiteln 2.2.1 bis 2.2.7 dargelegt. Die inhaltliche Abfolge kann mit folgendem Modell (vgl. Abb. 3) veranschaulicht werden.

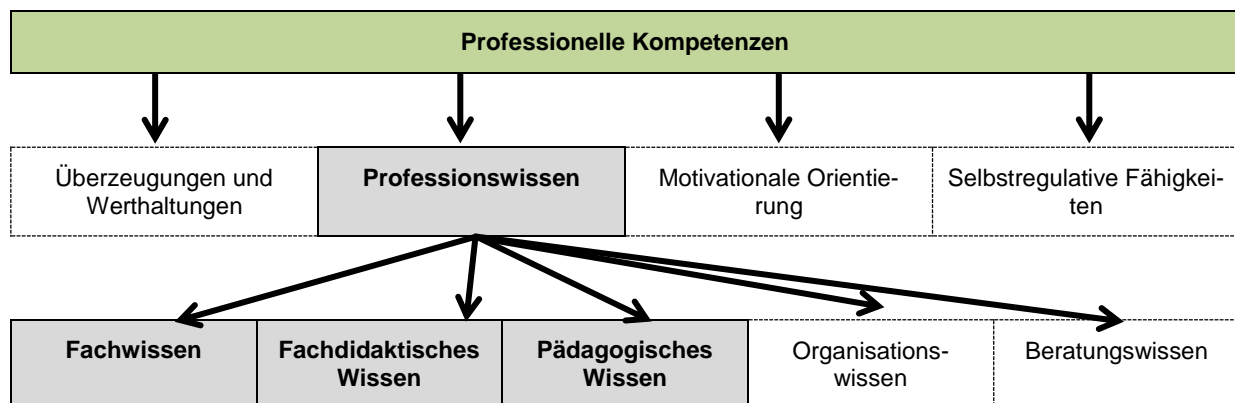
Abb. 3: Modell der Theorieabfolge



2.1 Professionelle Kompetenzen

Stand im vorangegangenen Unterkapitel Allgemeines zu professionellen Kompetenzen und Professionswissen, wie beispielsweise die schematische Darstellung der Theorieabfolge, im Zentrum, geht es im Folgenden konkret um den Bereich der professionellen Kompetenzen. Das Grundmodell, welches bereits in der Einleitung präsentiert worden ist, soll aufzeigen, wo die professionellen Kompetenzen (eingefärbt) verortet werden (vgl. Abb. 4).

Abb. 4: Grundmodell professioneller Kompetenzen und Professionswissen



Aus der Abbildung (vgl. Abb. 4) wird ersichtlich, dass sich die professionellen Kompetenzen als Oberbegriff bzw. als eine Art Überbau präsentieren. Der Aufbau dieses ganzen Unterkapitels gliedert sich in vier Teilbereiche. Unterkapitel 2.1.1 befasst sich mit dem Thema der Kompetenzorientierung, Unterkapitel 2.1.2 beleuchtet den Begriff „Kompetenz“, während das Unterkapitel 2.1.3 sich mit den professionellen Kompetenzen im Lehrberuf auseinandersetzt. Der Abschnitt 2.1.4 widmet sich der Thematik „Aneignung professioneller Kompetenzen“ und bildet den Abschluss des Unterkapitels „professionelle Kompetenzen“.

2.1.1 Kompetenzorientierung

Diskussionen um eine mögliche Steuerung im Bildungswesen, welche im Nachgang zu den Leistungsmessungen PISA (vgl. Stanat et al., 2002) und TIMMS (vgl. Baumert et al., 1997) stattgefunden haben, ergaben, dass nachhaltiges Lehren und Lernen nicht nur reine Wissensvermittlung bzw. Wissensaneignung sein darf, sondern sich auf Kompetenzen oder Kompetenzbereiche beziehen muss.

Bislang orientierte sich Unterricht an Bildungs- und Lehrplänen, welche Ziele und Themen bzw. Inhalte (vgl. Bildungsdepartement Kanton St. Gallen, 2008) vorgaben. Neuerdings werden Bildungsziele durch Kompetenzen beschrieben (vgl. Meyer 2004, S. 168 ff.) und somit kompetenzorientierte Lehrpläne und Curricula Einzug in die Bildungslandschaft halten (vgl. KMK¹, 2004a, D-EDK, 2010). In Deutschland wird dies anhand der KMK-Bildungsstandards

¹ KMK: Kultusministerkonferenz.

erfolgen, in der Schweiz geht der Lehrplan 21² der Deutschschweizer Erziehungsdirektorenkonferenz (D-EDK) auf diese Forderung ein.

Die Kompetenzorientierung bezieht Lehrende wie Lernende mit ein. Bildungsstandards beschreiben die Grundkompetenzen, welche die Lernenden erreichen müssen (vgl. EDK, 2010). Diese Kompetenzen wiederum werden nach Weinert in Fähigkeiten, Fertigkeiten und Wissen, aber auch Bereitschaften, Haltungen und Einstellungen unterteilt. Im Bereich der Lehrerbildung hat in Deutschland die Kultusministerkonferenz vier Kompetenzbereiche definiert, welche Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung umfassen und im Verlaufe der Ausbildung eine zentrale Rolle spielen werden. Die Kompetenzbereiche, wie sie dargelegt sind (vgl. Abb. 5), zeigen auf, dass an die Lehrpersonen in allen Fachbereichen und Fächer neue Anforderungen gestellt werden, welche bewältigt werden müssen. Das bedeutet, dass die Lehrpersonen fachliches wie auch fachdidaktisches Wissen in hohem Masse aufweisen müssen. Nebst diesen zwei Komponenten darf die dritte Wissenssäule – das pädagogische Wissen – in der Professionalität von Lehrpersonen nicht fehlen. Die Lehrerbildung hat demzufolge die Aufgabe, Lehrpersonen in diesen Kompetenz- und Wissensbereichen auszubilden und so vorzubereiten, dass sie auf einer hohen Kompetenzstufe in den Berufsalltag übertreten können, um dort den gestellten Anforderungen zu genügen. Im Unterkapitel 2.1.3 wird auf weitere Kompetenzfelder bzw. -bereiche für Lehrpersonen eingegangen, die schliesslich zu einem erfolgreichen Unterrichten führen.

Abb. 5: Kompetenzbereiche und -niveaus (vgl. KMK, 2004a)

		Anforderungsbereiche/Kompetenzniveaus		
		I	II	III
Kompetenzbereiche	Fachwissen	<i>Kenntnisse und Konzepte zielgerichtet wiedergeben</i>	<i>Kenntnisse und Konzepte auswählen und anwenden</i>	<i>komplexere Fragestellungen auf der Grundlage von Kenntnissen und Konzepten planmässig und konstruktiv bearbeiten</i>
	Erkenntnisgewinnung	<i>bekannte Untersuchungsmethoden und Modelle beschreiben, Untersuchungen nach Anleitung durchführen</i>	<i>geeignete Untersuchungsmethoden und Modelle zur Bearbeitung überschaubarer Sachverhalte auswählen und anwenden</i>	<i>geeignete Untersuchungsmethoden und Modelle zur Bearbeitung unbekannter Sachverhalte begründet auswählen und anpassen</i>
	Kommunikation	<i>bekannte Informationen in verschiedenen fachlich relevanten Darstellungsformen erfassen und wiedergeben</i>	<i>Informationen erfassen und in geeigneten Darstellungsformen situations- und adressatengerecht veranschaulichen</i>	<i>Informationen auswerten, reflektieren und für eigene Argumentationen nutzen</i>

² Der gemeinsame sprachregionale Lehrplan für die deutsch- und mehrsprachigen Kantone heisst Lehrplan 21. Die Zahl 21 steht für die 21 Projektkantone und für das 21. Jahrhundert (vgl. D-EDK, 2010).

Kompetenzbereiche	Bewertung	Anforderungsbereiche/Kompetenzniveaus		
		I	II	III
		<i>vorgesehene Argumente zur Bewertung eines Sachverhaltes erkennen und wiedergeben</i>	<i>geeignete Argumente zur Bewertung eines Sachverhaltes auswählen und nutzen</i>	<i>Argumente zur Bewertung eines Sachverhaltes aus verschiedenen Perspektiven abwägen und Entscheidungsprozesse reflektieren</i>

In der Folge wird der Begriff der Kompetenz verwendet oder dieser im Zusammenhang mit dem Unterricht oder Kompetenzfeldern betrachtet. Als Verständnisgrundlage dient im anschließenden Unterkapitel die Definition und Auslegeordnung des Kompetenzbegriffes.

2.1.2 Kompetenzbegriff

Der Begriff der Kompetenz wird mannigfaltig verwendet und bedarf deshalb je nach Disziplin oder Wissenschaftsbereich einer Definition bzw. Klärung. In der folgenden Beschreibung geht es darum, den Kompetenzbegriff so darzustellen und zu skizzieren, wie er für die Ausrichtung der Fragestellung dieser Arbeit von Nutzen ist. Generell wird Kompetenz mit Fähigkeit und Fertigkeit assoziiert. Der Kompetenzbegriff bezieht sich somit eher auf den Prozess der Handlungssteuerung als auf die Verhaltensweisen. Kompetenzen ermöglichen einen flexibleren Umgang in der Bewältigung von Problemsituationen und liefern somit auch die Grundlage für das Erfinden und Generieren von Aktivitäten (vgl. Krapp/Weidmann, 2006). Der Begriff der Kompetenz grenzt sich heute vom Qualitätsbegriff ab. Kompetenzen sind weniger eng auf bestimmte Situationen bezogen (bestimmte Tätigkeit oder bestimmter Beruf), sondern sehen sich in einem grösseren Umfeld (lebensweltliche Anforderungen). Als Beispiel kann hier die Kompetenz von Menschen erwähnt werden, mittels Kommunikation an der Gesellschaft teilzuhaben (Begriff der Kommunikationskompetenz von Habermas, 1981, S. 92). Somit gilt die Kommunikation als Schlüsselkompetenz (vgl. Tenorth/Tippelt, 2007).

Helmke (2009) stellt in Anlehnung an Weinert folgende Schlüsselkompetenzen, welche sich auf das Unterrichten beziehen, ins Zentrum:

- *Fachkompetenz*
- *didaktische Kompetenz*
- *Klassenführungskompetenz*
- *diagnostische Kompetenz*

Auf diese Schlüsselkompetenzen für Lehrpersonen wird im Verlaufe der Arbeit zurückgegriffen und detaillierter eingegangen.

In der Psychologie wird Kompetenz nach F. E. Weinert wie folgt definiert:

„... die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, willentlichen (volitionalen) und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können“ (Weinert, 2001, S. 27 f.).

In der Analyse dieser Definition lassen sich bezogen auf Unterricht und Menschenführung nach Rost et al. (2004) drei Arten von Kompetenzen nennen. Unter Kompetenz zur Diagnose bzw. Bewertung wird die Fähigkeit verstanden, Personen zuverlässig zu beurteilen. Die Diagnosekompetenz kommt in Erziehungssituationen zum Tragen (vgl. Schrader, 2006). Für Lehrpersonen spielt diese Kompetenz in der Unterrichtsplanung bzw. in der Unterrichtsreflexion eine grosse Rolle. Aufgrund der Diagnose erhält die Lehrperson einen Gesamteindruck von den Lernenden, der als Grundlage für die individuelle Förderung dient. Für eine effiziente und nachhaltige Förderung des Individuums benötigt die Lehrperson didaktisch-methodische Kompetenzen für eine angemessene Gestaltung des Unterrichts und der Lernsettings (vgl. Tausch, 1998). Für eine gute Unterrichtsgestaltung können folgende Kriterien genannt werden (vgl. Meyer, 2004):

- *klare Strukturierung des Unterrichts*
- *hoher Anteil echter Lernzeit*
- *lernförderliches Klima*
- *inhaltliche Klarheit*
- *sinnstiftendes Kommunizieren*
- *Methodenvielfalt*
- *Individualförderung*
- *intelligentes Üben*
- *transparente Leistungserwartung*
- *vorbereitete Lernumgebung*

Nebst der diagnostischen und methodisch-didaktischen Kompetenz braucht es die Sachkompetenz. Somit sind die „[...] zu entwickelnden Kompetenzen für eine nachhaltige Bildung in den klassischen Bereichen Bewerten, Handeln und Wissen [...]“ definiert (Rost, 2005, S. 14 f.).

In der Pädagogik bzw. in den Erziehungswissenschaften steht im Zusammenhang mit dem Kompetenzbegriff das erklärte Ziel „Mündigkeit als Kompetenz für verantwortliche Handlungsfähigkeit“ (vgl. Roth, 1971). Mündigkeit, wie sie von Roth verstanden wird, ist als Kompetenz zu interpretieren und zwar auf drei Ebenen:

- a) *als Selbstkompetenz (self competence), d. h. als Fähigkeit, für sich selbst verantwortlich handeln zu können*
- b) *als Sachkompetenz, d. h. als Fähigkeit, für Sachbereiche urteils- und handlungsfähig und damit zuständig sein zu können*
- c) *als Sozialkompetenz, d. h. als Fähigkeit, für sozial, gesellschaftlich und politisch relevante Sach- oder Sozialbereiche urteils- und handlungsfähig und ebenfalls zuständig sein zu können.*

Diese Trias gilt als zentral im Bereich des Unterrichtens und ist auch explizit in den Lehrplänen erwähnt und beschrieben (vgl. Bildungsdepartement SG 2008). Sie gilt gleichermassen für Lehrende und Lernende. Die Lehrenden müssen diese Kompetenzen aufweisen, damit sie bei Lernenden diese Kompetenzen aufbauen und entwickeln können.

Kompetenzfelder und deren Bezüge untereinander lassen sich in der Abbildung nach Helme (2003) sowie Reusser et al. (2003) (vgl. Abb. 13) darstellen. In diesem Mehrebenen-Modell von Unterricht und Erziehung, das in Unterkapitel 2.3.1 (Unterricht im Kontext des Bildungssystems) näher analysiert wird, werden die verschiedenen Aufgaben im Lehrberuf und seinem Kontext dargelegt. Das Modell zeigt auf, dass die Passung von Bildungsangebot und Angebotsnutzung über unterschiedliche Ebenen vermittelt wird, sich deshalb auch die Kompetenzfelder von Lehrpersonen auf verschiedene Ebenen beziehen und dass ein erfolgreiches Handeln Kompetenzen auf diesen Ebenen erfordert (vgl. Krammer et al., 2013).

Die folgende Tabelle (vgl. Tab. 1) zeigt in Anlehnung an die Referenzrahmen von Ausbildungsstätten und der KMK (vgl. KMK, 2004a) eine Auflistung der Kompetenzfelder in Bezug auf den Unterricht, aber auch in Bezug auf Schule und Gesellschaft (vgl. LCH, 2008).

Tab. 1: Professionelle Kompetenzfelder von Lehrpersonen

	Kompetenzfelder	Konkretisierungen
Kompetenzfelder in Bezug auf Unterricht	<i>Aufbau einer tragfähigen Beziehung mit den Schülerinnen und Schülern</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Übernahme von Verantwortung gegenüber den Schülerinnen und Schülern • Wertschätzende und fördernde Interaktion mit den einzelnen Schülerinnen und Schülern • Interesse für die Bedürfnisse und Lebenswelten der einzelnen Schülerinnen und Schüler • Anerkennen der Heterogenität der Schülerinnen und Schüler unter Berücksichtigung der individuellen Bedingungen, was bedeutet: positiver Umgang mit individueller, kultureller, sprachlicher, religiöser und sozialer Vielfalt • Ernstnehmen der Anliegen und Bedürfnisse der Schülerinnen und Schüler
	<i>Gestalten und Führen einer Klassengemeinschaft</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Aufbau eines positiven Klassenklimas mit Wertschätzung und gegenseitigem Respekt, Ermöglichen einer guten Lernatmosphäre, die Vielfalt als Ressource nutzt und Integration/Inklusion fördert • Ermöglichen von Partizipation, Teilhabe und Mitgestaltung der Klassengemeinschaft durch die Schülerinnen und Schüler • Gestaltung von Anlässen, welche das Gemeinschaftsgefühl und das Verantwortungsbewusstsein für die Gemeinschaft fördern • Classroom Management, Gestaltung von Übergängen, störungspräventiver Unterricht • Gewährleistung eines hohen Anteils aktiver Lernzeit im Unterricht • Produktiver Umgang mit Störungen und Konflikten
	<i>Fördern und Begleiten der Persönlichkeitsentwicklung der einzelnen Schülerinnen und Schüler</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Anregen und Begleiten des Aufbaus von Selbst- und Sozialkompetenz im Kontext heterogener Lebenswelten • Aufbau und Förderung von prosozialem Verhalten und der Übernahme gemeinschaftlicher/gesellschaftlicher Verantwortung • Aufbau von Selbstbewusstsein und eines positiven Fähigkeits-selbstkonzepts und Selbstwirksamkeitsempfindens • Vermitteln von ethisch legitimierbaren Werten und Normen sowie Unterstützung des selbstbestimmten Urteilens und Handelns in wertpluralistischen Kontexten • Herausforderung zu kritisch-konstruktivem Denken

	Kompetenzfelder	Konkretisierungen
	<i>Bereitstellen von Lerngelegenheiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Auswahl der Lernziele und -inhalte • Anknüpfen an Vorwissen, Interessen und Erfahrungen der Schülerinnen und Schüler als Ausgangspunkte ihrer Lern- und Verstehensprozesse • Auswahl von geeigneten Inhalten und Methoden zur Erreichung der angestrebten Ziele • Planen und Bereitstellen anregender und herausfordernder Angebote, Aufgabenstellungen, Lernmaterialien und -medien, welche die Schülerinnen und Schüler zur aktiven Auseinandersetzung mit den Inhalten anregen
	<i>Begleiten und Beurteilen der Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Förderorientierte und zielbezogene Diagnose und Beurteilung von Lernprozessen und Leistungen unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Lernvoraussetzungen • Verstehensorientierte, adaptive Unterstützung von Lernprozessen • Förderung des selbstgesteuerten Lernens, Aufbau von Lernstrategien • Sachorientiertes und unterstützendes Feedback zu Lernprozessen und Lernprodukten, produktiver Umgang mit Fehlern • Transparente und kultursensitive Kommunikation des Grades der Erreichung der Lernziele gegenüber Schülerinnen und Schülern, gegenüber Erziehungsberechtigten
Kompetenzfelder in Bezug auf Schule und Gesellschaft	<i>Produktive Gestaltung der Zusammenarbeit in der Schule und mit Dritten</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Transparenter, einfühlsamer und wertschätzender Austausch mit Erziehungsberechtigten • Erziehungsberechtigte beraten (z. B. Übertritte, Sprachförderung, Formen elterlicher Unterstützung, Umgang mit Schulschwierigkeiten und Lernstörungen, gesellschaftlicher Wandel durch Medien) • Rolle als aktives Mitglied in professionellem Team einnehmen, Zusammenarbeit im Team, mit Fachpersonen • Produktive Zusammenarbeit mit weiteren relevanten Fachpersonen und Fachstellen auch ausserhalb der Schule
	<i>Einnehmen der professionellen Rolle als Lehrperson in Schule und Gesellschaft</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Identitätsfindung der eigenen Person als Berufsperson • Selbstsicheres und authentisches Einnehmen der Rolle als Lehrperson • Bewusstsein über die eigene Profession und ihre gesellschaftliche Verantwortung (z. B. Chancengerechtigkeit, Integration, Antidiskriminierung, digitale Kluft) • Soziologische Sicht auf den Lehrberuf und die Funktion der Schule in der Gesellschaft sowie die widersprüchlichen Erwartungen an den Beruf, wie zum Beispiel Förderung vs. Selektion • Aktive Nutzung der Ressourcen zur Weiterentwicklung (z. B. Literatur, Weiterbildungsangebote, kollegiales Feedback)
	<i>Verstehen und Mitgestalten von Schulentwicklung und -system</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Unterrichtsentwicklung kontinuierlich betreiben • Aktive Mitarbeit bei der Planung und Umsetzung von Projekten in der Schule, Einbringen eigener Ressourcen • Schule und Öffentlichkeit: rollenbewusstes Agieren unter Berücksichtigung ethischer und rechtlicher Normen und demokratischer Grundsätze • Netzwerke zur Schulentwicklung nutzen • Systemischer Blick auf Bildungspolitik und Schulentwicklung unter Berücksichtigung der gesellschaftlichen Funktionen der Schule

tags bestimmt. Die ausgewählten Professionskompetenzen beschreiben jene Kompetenzen, die es den Lehrpersonen erlauben, in den oben erwähnten Kompetenzfeldern ihre Aufgabe als Lehrperson effizient, effektiv und verantwortungsvoll erfüllen zu können. Zukünftige Lehrpersonen sollten sich diese Kompetenzen im Verlaufe des Studiums aneignen. Die Kompetenzen werden im Verlauf des Berufslebens durch Angebote der Fort- und Weiterbildung gefestigt, vertieft und erweitert (vgl. Krammer et al., 2013).

2.1.3.3 Grundlagen der professionellen Kompetenzen

Die Grundlagen für den Aufbau der professionellen Kompetenzen des Lehrberufs finden sich in den Disziplinen der Fachwissenschaften, der Fachdidaktiken sowie in den Erziehungswissenschaften (vgl. Baumert/Kunter, 2006a; Bromme, 1997).

Die Fachwissenschaften umfassen allgemeines fachliches Wissen und Können sowie Wissen über Lehrpläne und die Philosophie des zu unterrichtenden Schulfachs. Ein fundiertes Fachwissen bildet die Voraussetzung für das fachdidaktische Wissen und die fachdidaktischen Fähigkeiten (vgl. Krammer et al., 2013, S. 10).

Die Fachdidaktik liefert eine wesentliche Grundlage, um das fachliche Lernen von Kindern und Jugendlichen zu verstehen, anzuregen und zu begleiten (vgl. Baumert/Kunter, 2006a):

Diese Grundlagen beinhalten folgende Aspekte:

- *Wissen über die Entwicklung, den Aufbau und die Förderung des fachlichen Wissens bei den Schülerinnen und Schülern*
- *Wissen über das Potenzial von Aufgaben zur Anregung der fachlichen Lernprozesse*
- *Fähigkeit zum Erklären fachlicher Inhalte*
- *Wissen über geeignete Hilfsmittel zur Unterstützung von Wissens- und Könnensaufbau*
- *Fähigkeit zur Diagnose und Beurteilung von Schülervorstellungen.*

Die Erziehungswissenschaften umfassen die erziehungswissenschaftlichen, lern- und entwicklungspsychologischen, soziologischen und philosophischen Grundlagen zum Verstehen, Bilden und Erziehen von Kindern und Jugendlichen (vgl. König/Blömeke, 2009). Zu diesen gehören u. a. Wissen, Verständnis und professionelle Handlungsfähigkeit in Bezug auf

- *Bedingungen und Prozesse des Lernens und der Motivation,*
- *Bedingungen und Prozesse des Aufwachsens und der Sozialisation,*
- *Kriterien der Unterrichtsqualität und deren Umsetzung.*

Diese drei Disziplinen legen die Basis und bieten die Lerngelegenheiten für die nachfolgend formulierten zentralen beruflichen Kompetenzen und für den Aufbau der autonomen Handlungsfähigkeit gemäss Zielsetzung in der Kompetenzdefinition (vgl. Krammer et al., 2013, S. 10).

2.1.3.4 Zentrale professionelle Kompetenzen

Die zentralen Kompetenzen bilden u. a. die Grundlage für die Lehrerbildung. Lehrpersonen sollten sich in der Lehrerbildung die beschriebenen Kompetenzen aneignen. Die folgenden

Ausführungen, welche die zehn professionellen Kompetenzen umschreiben, orientieren sich am Referenzrahmen der Pädagogischen Hochschule Luzern [PH Luzern], der als Grundlage für die Ausbildung der Studierenden dient (vgl. Krammer et al., 2013, S. 11 ff.).

Kompetenz zur Unterrichtsplanung

Die Kompetenz zur Unterrichtsplanung und Gestaltung von Lernsettings umfasst Wissen, Verständnis und Handlungsfähigkeit in Bezug auf die Auswahl von Lernzielen und die Methodenwahl zur Erreichung der angestrebten Ziele. Zentrale Ausgangspunkte für die Planung von Lerngelegenheiten und des Unterrichts bilden das Vorwissen, die Interessen und die lebensweltlichen Bedingungen sowie Frage- und Problemstellungen aus dem Umfeld bzw. der Umwelt der Lernenden, aber auch gesellschaftliche Anliegen (vgl. Lipowsky, 2009).

Lehrpersonen wählen angemessene Methoden, um mit der Gestaltung und Strukturierung des Unterrichts Lernprozesse zu initiieren und zu unterstützen. Dies geschieht in Wechselwirkung zwischen den formulierten Zielen, ausgewählten Inhalten und den Lernvoraussetzungen der Schülerinnen und Schüler (vgl. König/Blömeke, 2009). Aus der argumentativen Verschränkung von Sach-, Bedingungs- und Begründungsanalysen sowie der Analyse der Möglichkeiten der Schülerinnen und Schüler werden Lernziele abgeleitet und begründet. Die Planung des Unterricht erfolgt im Fokus der Kompetenzorientierung (vgl. Klieme et al., 2007). Das bedeutet: Lehrpersonen können entsprechende Lehr-Lernsequenzen planen, Lernumgebungen, Lehr- und Lernmaterial entwickeln bzw. gezielt auswählen und im Hinblick auf ihre Wirkung auf die Lernprozesse überprüfen.

Kompetenz zur Gestaltung eines kompetenzorientierten, verstehensorientierten und motivierenden Unterrichts

Inhalte, Aufträge und Aufgabenstellungen werden durch die Lehrpersonen so dargestellt und erklärt, dass die Denk- und Verstehensprozesse der Schülerinnen und Schüler unterstützt werden. Sie gestalten den Unterricht so, dass die Lernenden motiviert werden und sich als kompetent erleben können. Dies wird den Schülerinnen und Schülern ermöglicht, indem Lehrpersonen unter anderem die angestrebten Lernziele und Kompetenzen zur Selbsteinschätzung des Fortschritts des eigenen Lernprozesses klar und transparent kommunizieren. In einer handelnden und aktiven Auseinandersetzung mit der sozialen und natürlichen Umwelt wird den Schülerinnen und Schülern die aktive Er- und Verarbeitung des neuen Wissens ermöglicht. Die Gestaltung des Unterrichts soll ein gemeinsames Erschliessen von Zusammenhängen sowie Sinnstiftung ermöglichen. Lehrpersonen treten dabei authentisch auf, können Inhalte und Fragestellungen altersgemäss und motivierend präsentieren und erklären sowie Vorgehensweisen und Abläufe verstehensorientiert darstellen (vgl. Krammer et al., 2013, S. 11).

Kompetenz zur adaptiven Lernbegleitung und Beratung

Ausgehend von der Individualität der Schülerinnen und Schüler muss das Unterrichtsangebot den Nutzungsmöglichkeiten der einzelnen Schülerinnen und Schüler angepasst werden und die Nutzung der Angebote sollte individuell unterstützt werden (vgl. Helmke, 2009). Die unterschiedlichen Bedürfnisse, die verschiedenen Fähigkeiten und Fertigkeiten, aber auch das Vorwissen der Kinder und Jugendlichen werden von der Lehrperson berücksichtigt und in Bezug zu den Anforderungen der Bildungsziele gesetzt. Sie stellen entsprechende spezifische Anregungen und Angebote bereit und verfügen über Strategien, um die Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler anzuregen, zu begleiten, zu reflektieren und zu evaluieren.

Lernbegleitung, Anleitung und Unterstützung erfolgen angepasst, um Lernen in der Zone der nächsten Entwicklung zu ermöglichen, zu fördern und, wo notwendig, einzufordern und anzuleiten (vgl. Beck et al., 2008). Die Lehrpersonen gehen auf die Bedürfnisse von Kindern und Jugendlichen mit unterschiedlichen sozialen, sprachlichen und kulturellen Hintergründen ein. Damit jedes Kind optimal gefördert und integriert werden kann, pflegen die Lehrpersonen konstruktive Kontakte mit den Erziehungsberechtigten und eine intensive Zusammenarbeit mit Fachpersonen und Fachstellen. Daraus ergeben sich im Schulalltag typische Beratungsaufgaben, welche Lern- und Leistungsstandberatungen von Erziehungsberechtigten und Lernenden (z. B. Promotionen, Sprachförderungen, Übertritte) und psychosoziale Beratungen (z. B. Umgang mit Lernstörungen oder Mobbing) umfassen. Als Dimensionen der Beratungskompetenz werden personale Ressourcen, soziale Kompetenzen, Beratungsskills, Fachwissen, Bewältigungs- und Prozesskompetenzen genannt (vgl. Hertel, 2009; Hertel et al., 2009).

Diagnose- und Fachkompetenzen sind notwendige, aber nicht hinreichende Voraussetzungen für einen adaptiven Unterricht. Zusätzlich muss die Lehrperson bereit sein, sich auf die Lernprozesse und Schwierigkeiten der Lernenden einzulassen. Dazu gehört auch das Vertrauen in die Fähigkeit der Lernenden, eigene Lösungswege zu entwickeln. Somit definiert sich das Rollenverständnis der Lehrperson von der Begleiterin und Unterstützerin der Lernenden auf dem Weg hin zum zunehmend selbstgesteuerten Problemlösen und selbstständigen, verantwortungsvollen Handeln (vgl. Beck et al., 2008).

Diagnose- und Beurteilungskompetenz

Um Lernprozesse möglichst optimal anzuregen und zu begleiten, aber auch die Prozesse und Leistungen der Schülerinnen und Schüler zu beurteilen, müssen Lehrpersonen das Verständnis ihrer Schülerinnen und Schüler erkunden, ihre Lern- und Denkstrategien verstehen und Lernergebnisse analysieren (vgl. Ingenkamp/Lissman, 2008).

Die Diagnose der individuellen Lernvoraussetzungen der Kinder und Jugendlichen bildet die Voraussetzung für die Adaptivität des Unterrichts und der Unterstützungsadaptivität der Schülerinnen und Schüler. Sie erfordert von den Lehrpersonen die Fähigkeit, den Lernstand

und die Leistungsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler unter Berücksichtigung unterschiedlicher individueller Bedingungen einschätzen und somit die Auswahl der Aufgaben sowie die Form der Unterstützung angemessen anpassen zu können (vgl. Beck et al., 2008). Weiter erlaubt sie den Lehrpersonen, Fehler von Schülerinnen und Schülern für die Diagnose ihrer Verstehenskompetenz und für die Anpassung der Unterstützung zu nutzen. Diagnosekompetenz korrespondiert in bedeutendem Mass mit fachdidaktischen Kompetenzen, wie beispielsweise bei der Beurteilung der Schwierigkeit von Aufgaben (vgl. Schrader, 2006). Im Fokus der fördernden Beurteilung steht das differenzierte Verstehen des einzelnen Kindes, des Jugendlichen in seinem Lernen und Leben in der Klasse und in der sozialen und familiären Umwelt als Ausgangslage zur Wahl von weiteren pädagogischen Massnahmen und zum Treffen von Zuweisungsentscheidungen (vgl. Terhart, 2011). Entsprechend ist die Diagnosekompetenz eng verknüpft mit der Kompetenz zur Begleitung und Beratung, die gestützt auf empirische Grundlagen zu erfolgen hat.

Die Diagnosekompetenz ist eng verknüpft mit der Fähigkeit zur strukturierten Beobachtung und Analyse von Situationen in den Handlungsfeldern des Lehrberufs wie auch der Fähigkeit, sich Informationen zu beschaffen und diese zu interpretieren, und der Kompetenz zur Analyse und Synthese (vgl. Frey/Jung, 2011). Seidel und Prenzel (2007) beschreiben die Fähigkeit zur „adäquaten Wahrnehmung und Einschätzung von lernwirksamen Unterrichtsmerkmalen“ als eine zentrale Kompetenz, um im Unterricht angemessen handeln zu können. Die unterrichtsbezogene Diagnosekompetenz wird demnach auch als Schlüsselkompetenz für die Unterrichtsentwicklung bewertet (vgl. Schrader, 2006).

Erziehungskompetenz

Erziehung ist immer eingebettet in das Unterrichtsverhalten der Lehrperson. Eine Unterscheidung von Erziehung und Unterricht ist daher nur analytischer Art (vgl. Herzog, 2010). Erzieherische Kompetenzen der Lehrperson tragen zum Gestalten und Führen einer Klassengemeinschaft und zur Förderung der Persönlichkeitsentwicklung von Schülerinnen und Schülern bei. Die Erziehungsarbeit mit Schülerinnen und Schülern bezieht sich insbesondere auf Bereiche der Werteerziehung, die Stärkung in der Sozial-, Selbst- (vgl. Oser/Heinzer, 2010) und der Medienkompetenz (vgl. Moser, 2010).

Lehrpersonen sehen sich als Teil einer lernenden Gemeinschaft und können somit ihre Führungsrolle in einer Klasse verantwortungsvoll wahrnehmen. Dazu gehören die Gestaltung einer altersgemässen Interaktion und Kommunikation mit einzelnen Schülerinnen und Schülern und mit der Klasse als Ganzes und das Vermitteln des Gefühls, dass Lernende als Persönlichkeit angenommen, in ihrer Identität gestärkt und mit ihren Anliegen und Bedürfnissen ernst genommen werden. Unterricht und das Klassenleben werden dementsprechend gestaltet, da Lehrpersonen unter Erziehungskompetenz emotionale sowie kognitive Komponenten für das Lernen und die Entwicklung der Lernenden sehen.

Beziehungskompetenz

Lehrpersonen suchen den Dialog und zeigen Interesse an einer wertschätzenden und konstruktiven Beziehung mit dem Gegenüber. Mit Einfühlungsvermögen, Offenheit, Transparenz, Echtheit, Flexibilität und Humor tragen sie zu einer respektvollen Beziehung und konstruktiven Zusammenarbeit mit allen Beteiligten bei. Die Fähigkeit zur Übernahme und Koordination sozialer Perspektiven (vgl. Selman, 1980) sowie die moralische Urteilskompetenz (vgl. Kohlberg, 1984; Oser, 1992) bilden die Grundlagen hierfür.

Das Wahrnehmen, das angemessene Ansprechen und die sensitive Bearbeitung von Konflikten gehören zum Aufbau konstruktiver Beziehungen. Der LCH (2008) beschrieb die Lehrpersonen als „... verlässliche Personen, welche getroffene Vereinbarungen einhalten und Verantwortung übernehmen ...“ Achtung, Wertschätzung und Respekt ermöglichen den Aufbau einer von Vertrauen geprägten Beziehung mit Schülerinnen und Schülern, Erziehungsberechtigten sowie Kolleginnen und Kollegen (vgl. LCH, 2008, S. 19 f.).

Organisationskompetenz

Unter Organisationskompetenz werden zwei Dimensionen verstanden. Einerseits ist es die Organisationskompetenz im engeren Sinne, welche die Fähigkeit beschreibt, zeitliche, personelle sowie sachliche Aspekte und Ressourcen sinnvoll einzuteilen bzw. zu planen. Der Lehrberuf als Profession bietet der einzelnen Lehrperson Handlungsspielraum. Unter der Berücksichtigung von rechtlichen und schulinternen Vorgaben haben sie mannigfaltige und facettenreiche Prozesse, Aufgaben und Projekte mit vertretbarem Aufwand zu planen, zu koordinieren, zu initiieren, zu begleiten und abzuschliessen. Diese vielfältigen Organisationsaufgaben reichen von der Planung des Unterrichts über die Organisation und Durchführung von Elternabenden bis hin zur Planung von Klassenveranstaltungen, wie Projektwochen, Lager, Exkursionen und Schulreisen.

Andererseits beinhaltet die Organisationskompetenz im weiteren Sinne die Fähigkeit, Organisationen und Systeme zu verstehen und in ihnen zu handeln. Auf einer Makroebene bilden nach Fend (2006, S. 35) das Bildungssystem (und darin die Volksschule), das politische System sowie das Wirtschaftssystem drei zentrale gesellschaftliche Subsysteme. Zwischen diesen Teilsystemen bestehen nebst Austausch- und Verhandlungsprozessen auch Wechselwirkungen, die unter anderem die Rahmenbedingungen der Schule bestimmen.

Lehrpersonen sehen die Schule als ein Mehrebenen-System (vgl. Reusser et al., 2003) und sind imstande, ihre Möglichkeiten, aber auch Grenzen zur Steuerung der Ebenen dieses Systems darzulegen. Dabei gilt es die ethischen und rechtlichen Normen des Systems und die demokratischen Grundsätze zu berücksichtigen. Sie bewegen sich als Akteure in vielschichtigen Kompetenzfeldern und können die Rahmenbedingungen ihrer Arbeit hinterfragen, analysieren und reflektieren.

Reflexionskompetenz

Für den Aufbau berufsbezogener Kompetenzen im Lehrberuf genügt es nicht, erziehungswissenschaftliche Begriffe und Inhalte vermittelt zu bekommen. Lehrpersonen haben in ihrer Ausbildung in Fortbildungen, aber auch in der Praxis systematisches Wissenschaftswissen und praktisches Handlungswissen aufgebaut und gelernt, es reflexiv zueinander in Beziehung zu setzen. Eine wichtige Voraussetzung für eine reflexive Praxis ist Begründungswissen, welches dazu dient, fremdes und eigenes Handeln zu verstehen sowie Problemlösungen für neue berufliche Situationen zu finden (vgl. Reusser/Messner, 2002).

Dank der Reflexion der eigenen Unterrichtstätigkeit in seiner gesamten Dimension wird die Möglichkeit eröffnet, die eigene Praxis im Lehrberuf zu erforschen und Schule und Unterricht weiterzuentwickeln (vgl. Altrichter/Posch, 2007). Voraussetzungen für die Fähigkeit zur Reflexion sind die Lern- und Kritikfähigkeit und die Reflexionsbereitschaft. Diese beinhalten auch die Auffassung der Professionalisierung als einen lebenslangen Prozess, welcher nach der Ausbildung zum Beispiel durch den Besuch von Weiterbildungsangeboten, die aktive Auseinandersetzung mit Fachliteratur und die Mitarbeit in professionellen Lerngemeinschaften und Fachteams selbstständig weiterverfolgt wird (vgl. Bonsen, 2005).

Kompetenz im Umgang mit Belastungen

Der Lehrberuf ist geprägt von Komplexität, einer Vielfalt von Anforderungen und täglich neuen Herausforderungen. Dies erfordert eine positive Fähigkeit im Umgang mit Belastungen zum Erhalt einer Ausgewogenheit der Anforderungen im Lehrberuf einerseits und der eigenen Ressourcen andererseits (vgl. Schaarschmidt, 2009). Dazu gehört im Sinne dieser Balance und der eigenen Psychohygiene, dass Lehrpersonen ihre Ressourcen und Fähigkeiten adäquat einschätzen und reflektieren, externe Ressourcen im Umgang mit berufsbezogenen Belastungen kennen und nutzen sowie gezielt Erholungspausen einplanen (vgl. Klusmann, 2011). Sachlichkeit und Sachbezogenheit stehen in der Zusammenarbeit mit Schülerinnen und Schülern, mit Eltern und Fachpersonen im Zentrum. In der Analyse und Argumentation von Sachlagen geht es darum, dass das Sachliche und Fachliche im Vordergrund steht und die Emotionalität kontrolliert werden kann. So können konstruktive Wege beschritten werden. Voraussetzung für die erfolgreiche Bewältigung des Berufsalltags ist zudem, dass die Lehrperson generell eine hohe Flexibilität und Belastbarkeit aufweist (vgl. Müller, 2012).

Berufsethische Kompetenz

„Die nachfolgende Generation zu bilden und auszubilden“ (vgl. Oser, 2001a), so lautet die zentrale Aufgabe, welche von der Gesellschaft der Profession der Lehrerinnen und Lehrer übertragen wird. Für die Erfüllung dieses Auftrages braucht es wirksames und verantwortungsbewusstes Handeln. Ausgestattet mit diesem öffentlichen Auftrag, den zugehörigen gesetzlichen Mitteln, den beruflichen Kompetenzen und der Fachautorität kann sich die Lehrperson ihrer Kerntätigkeit widmen. Diese Kerntätigkeit, welche in der Interaktion mit den

Lernenden besteht, kann jedoch nur wirksam und nachhaltig ausgeübt werden, wenn Lehrpersonen für ihre Gestaltung grosse Handlungsautonomie besitzen. Es ist unabdingbar, dass eine persönliche Arbeitsbeziehung mit den Schülerinnen und Schülern aufgebaut werden muss, welche Vertrauen und Wertschätzung als Grundlagen hat. Somit ist klar, dass eine berufsmoralische und -ethische Kompetenz notwendig ist (vgl. Oser, 2001a; Zutavern, 2011).

Lernende als auch die Erziehungsberechtigten müssen sich darauf verlassen können, dass Lehrpersonen ihren Beruf verantwortungsbewusst ausüben. Dazu gehört nebst dem aktiven Bemühen um Gerechtigkeit und Fürsorge gegenüber den anvertrauten Heranwachsenden auch der Schutz vor jeglichen Formen von Diskriminierungen und Benachteiligungen. Da ein Zusammenleben in Schule und Klasse nicht immer störungs- und konfliktfrei verlaufen kann, ist die Fähigkeit des rationalen Urteilens in moralischen Fragen besonders gefordert.

Der Lehrberuf ist gekennzeichnet durch vielfältige öffentliche und pädagogische Zielsetzungen. Die daraus folgenden Berufsaufgaben von Lehrpersonen sind teilweise widersprüchlich, sodass durchaus die Möglichkeit besteht, dass diese zu Schwierigkeiten führen können. Einige Beispiele dieser Widersprüchlichkeiten bzw. Spannungsfelder:

- *Individuelle Förderung und Selektionsfunktion,*
- *Gegenwartsprobleme und Zukunftsorientierung,*
- *persönliche Vertrauensbeziehung und öffentlicher Auftrag,*
- *einzelner Schüler, einzelne Schülerin und Klasse*
- *Stellung zwischen gesellschaftlichem Auftrag und individueller Förderung.*

Die Position der Lehrperson in diesen Spannungsfeldern trägt dazu bei, dass immer auch Werteentscheidungen getroffen werden müssen (vgl. Zutavern, 2011).

Berufsethische Kompetenz umfasst deshalb auch ein Prozesswissen zur Gestaltung von Entscheidungsverfahren insbesondere in schwierigen Situationen. Ausgehend von einer Sensibilität für die Werteaspekte gehören Wille und Engagement für die Federführung in Konfliktlöseprozessen, die Fähigkeit zum Perspektivenwechsel und Verfahrenssicherheit in der Gestaltung diskursiver Entscheidungswege dazu. Der Einbezug von Lernenden erfordert zusätzlich die Berücksichtigung ihres Entwicklungsstandes und der sich bietenden Lernmöglichkeiten des sozialen Alltags der Schule (vgl. Zutavern et al., 2012).

Die oben beschriebenen Kompetenzen haben allgemeinen Charakter. Sie dienen, wie bereits erwähnt, der Lehrerbildung. Sie gelten für alle Lehrpersonen, unabhängig davon, für welche Unterrichtsstufe sie sich ausbilden lassen und auf welcher Stufe sie letztendlich unterrichten.

Diesen stehen die fachspezifischen Kompetenzen, welche in den zwei folgenden Abschnitten Gegenstand der Erläuterungen sind, gegenüber.

2.1.3.5 Physikdidaktische Kompetenzen aus Sicht der KMK bzw. D-EDK

Dieser Arbeit liegt ein Forschungsprojekt zugrunde (vgl. Unterkapitel 3.1), welches im Fachbereich der Naturwissenschaften – Physik – anzusiedeln ist. Deshalb werden anschliessend einige Gedanken zu den physikdidaktischen Kompetenzen folgen.

Im Zuge aller Bildungsreformen wurden von Gremien aus den Bereichen Physik (z. B. Deutsche Physikalische Gesellschaft [DPG]), Fachdidaktik (z. B. Gesellschaft für Fachdidaktik [GFD], aber auch Bildungspolitik (z. B. Erziehungsdirektorenkonferenz [EDK], Kultusministerkonferenz [KMK]) Vorschläge für ein Kompetenzprofil von Lehrpersonen, welche Physik oder generell Naturwissenschaften unterrichten, gemacht. Über folgende Kompetenzen sollte eine Lehrperson verfügen. Die unten stehende Tabelle (vgl. Tab. 2) zeigt eine Übersicht:

Tab. 2: Kompetenzprofil für Physiklehrpersonen (vgl. Kircher et al., 2009)

Lehrpersonen ...	
... verfügen über:	grundlegende Fähigkeiten für gezielte, nach wissenschaftlichen Erkenntnissen gestaltete Vermittlungs-, Lern- und Bildungsprozesse im Fach Physik.
... verfügen über:	anschlussfähiges physikalisches Fachwissen, welches ermöglicht, Unterrichtskonzepte und -medien fachlich zu gestalten, inhaltlich zu bewerten, neuere physikalische Forschung in Übersichtsdarstellungen zu verfolgen und neue Themen in den Unterricht einfließen zu lassen.
... kennen:	die Ideengeschichten ausgewählter physikalischer Theorien und Begriffe sowie den Prozess der Gewinnung physikalischer Erkenntnisse (Wissen über Physik).
... sind:	vertraut mit den Arbeits- und Erkenntnismethoden der Physik.
... verfügen über:	Kenntnisse und Fertigkeiten im Experimentieren und in der Handhabung von Experimentiergerätschaften.
... können:	die gesellschaftliche Bedeutung der Physik begründen.
... verfügen über:	anschlussfähiges fachdidaktisches Wissen, insbesondere solide Kenntnisse fachdidaktischer Konzeptionen, der Ergebnisse physikbezogener Lehr-Lernforschung, typischer Lernschwierigkeiten und Schülervorstellungen in den Themengebieten des Physikunterrichts, sowie von Möglichkeiten, Schülerinnen und Schüler für das Lernen in der Physik zu motivieren.
... verfügen über:	reflektierte Erfahrungen in der Planung und Gestaltung von strukturierten Lehrgängen (Unterrichtseinheiten) sowie im Durchführen von Unterrichtsstunden.

Dieses skizzierte Kompetenzprofil von Physiklehrpersonen dient vorwiegend der Zusammenstellung des Bildungsplans/Lehrplans für die Lehrerbildung, sei dies in der Grundbildung oder im Fortbildungsbereich.

Für den Physikunterricht legte die KMK (vgl. KMK, 2004b, S. 7) ebenfalls vier Kompetenzbereiche, namentlich Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung, fest, welche dann mit Standards beschrieben worden sind:

Zum besseren Verständnis bzw. zur konkreteren Übersicht werden die einzelnen Kompetenzbereiche, welche für den Physikunterricht Gültigkeit haben, in der Folge kurz erläutert. Auf eine ausführliche Darlegung der einzelnen Kompetenzbereich sowie der abgeleiteten Standards, welche für die Schülerinnen und Schüler Gültigkeit haben, wird verzichtet.

Kompetenzbereich Fachwissen

Unter Fachwissen wird die Kenntnis von

- *physikalischen Phänomenen,*
- *Begriffen,*
- *Prinzipien,*
- *Fakten und Gesetzmässigkeiten*

verstanden. Nebst den Kenntnissen geht es auch um die Fähigkeit, diese einem der vier Basiskonzepte, Materie, Wechselwirkungen, Systeme und Energie, zuzuordnen:

„... Physikalisches Fachwissen, wie es durch die vier Basiskonzepte (Materie, Wechselwirkungen, Systeme und Energie) charakterisiert wird, beinhaltet Wissen über Phänomene, Begriffe, Bilder, Modelle und deren Gültigkeitsbereiche sowie über funktionale Zusammenhänge und Strukturen. Als strukturierter Wissensbestand bildet das Fachwissen die Basis zur Bearbeitung physikalischer Probleme und Aufgaben ...“ (KMK, 2004b, S. 8).

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung

Unter Erkenntnisgewinnung ist ein Prozess zu verstehen, welcher fünf Schritte beinhaltet: das Wahrnehmen, Ordnen, Erklären, Prüfen und Bilden von Modellen. Am Anfang steht die Wahrnehmung eines Phänomens, das man versucht, in Bekanntes einzuordnen, um sich so eine Hypothese als Erklärung zu generieren. Diese Hypothese wird anhand von Experimenten überprüft. Das bedeutet, dass Daten gewonnen, ausgewertet, beurteilt und kritisch reflektiert werden. Ein neues Modell wird kreiert durch Idealisieren, Abstrahieren und Formalisieren. Eventuell wird eine einfache Theorie aufgestellt (vgl. Kircher et al., 2009; KMK, 2004b, S. 10).

Kompetenzbereich Kommunikation

Zum Kompetenzbereich Kommunikation schreibt die KMK:

„... Die Fähigkeit zu adressatengerechter und sachbezogener Kommunikation ist ein wesentlicher Bestandteil physikalischer Grundbildung ...“ (KMK, 2004b, S. 10).

Deshalb ist es notwendig, über Kenntnisse und Techniken zu verfügen, die es erlauben, sich die benötigte Wissensgrundlage zu erschliessen. Dazu gehören das angemessene Verstehen von Fachtexten, Grafiken und Tabellen sowie der Umgang mit Informationsmedien und Informationsmitteln. Das Dokumentieren von Wissen, welches aus Experimenten und Recherchen gewonnen wurde, ist ebenfalls Bestandteil des Kompetenzbereiches Kommunikation.

Weiter schreibt die KMK (2004b, S. 10):

„... Zur Kommunikation sind eine angemessene Sprech- und Schreibfähigkeit der Alltags- aber auch der Fachsprache, das Beherrschen von Diskussionsregeln und modernen Präsentationsmethoden bzw. -techniken erforderlich. Kommunikation setzt die Bereitschaft und die Fähigkeit voraus, eigenes Wissen, eigene Ideen und Vorstellungen in die Diskussion einzubringen und zu entwickeln, den Kommunikations-

partnern mit Vertrauen zu begegnen und ihre Persönlichkeit zu respektieren sowie einen Einblick in den eigenen Kenntnisstand zu gewähren.“ (KMK, 2004b, S. 10)

Kompetenzbereich Bewertung

Die KMK (2004) sieht es „[...] als Teil einer zeitgemässen Allgemeinbildung [...]“, wenn physikalische Denkmethode und Erkenntnisse herangezogen werden, um gesellschaftliche, aber auch physikalisch-technische Entscheidungen zu verstehen und zu bewerten. Es sei aber wichtig, in einer Bewertung zwischen physikalischen, gesellschaftlichen und politischen Komponenten zu unterscheiden. Es sei entscheidend, dass die Grenzen naturwissenschaftlicher Sichtweisen erkannt und Aussagen in Texten und Darstellung differenziert bewertet würden (vgl. Kircher et al., 2009; KMK, 2004b, S. 10).

Aus den beschriebenen Kompetenzbereichen und dem Kompetenzprofil (vgl. Tab. 2) wird nun in Anlehnung an den allgemeinen Kompetenzbereich und die Kompetenzniveauraster (vgl. Abb. 5) ein Anforderungsraster für den Physikunterricht erstellt (vgl. Abb. 7).

Abb. 7: Kompetenz- und Anforderungsbereiche Physikunterricht (vgl. KMK, 2004b, S. 13)

		Anforderungsbereiche/Kompetenzniveaus		
		I	II	III
Kompetenzbereiche	Fachwissen	Wissen wiedergeben <ul style="list-style-type: none"> Fakten und einfache physikalische Sachverhalte reproduzieren 	Wissen anwenden <ul style="list-style-type: none"> physikalisches Wissen in einfachen Kontexten anwenden, einfache Sachverhalte identifizieren und nutzen, Analogien nennen 	Wissen transferieren und verknüpfen <ul style="list-style-type: none"> Wissen auf teilweise unbekannte Kontexte anwenden geeignete Sachverhalte auswählen
	Erkenntnisgewinnung	Fachmethoden beschreiben <ul style="list-style-type: none"> physikalische Arbeitsweisen, insbesondere experimentelle, nachvollziehen bzw. beschreiben 	Fachmethoden nutzen <ul style="list-style-type: none"> Strategien zur Lösung von Aufgaben nutzen einfache Experimente planen und durchführen Wissen nach Anleitung erschliessen 	Fachmethoden problembezogen auswählen und anwenden <ul style="list-style-type: none"> unterschiedliche Fachmethoden, auch einfaches Experimentieren und Mathematisieren, kombiniert und zielgerichtet auswählen und einsetzen Wissen selbstständig erwerben
	Kommunikation	Mit vorgegebenen Darstellungsformen arbeiten <ul style="list-style-type: none"> einfache Sachverhalte in Wort und Schrift oder einer anderen vorgegebenen Form unter Anleitung darstellen sachbezogene Fragen stellen 	Geeignete Darstellungsformen nutzen <ul style="list-style-type: none"> Sachverhalte fachspezifisch und strukturiert darstellen auf Beiträge anderer sachgerecht eingehen Aussagen sachlich begründen 	Darstellungsformen selbstständig auswählen und nutzen <ul style="list-style-type: none"> Darstellungsformen sach- und adressatengerecht auswählen, anwenden und reflektieren Themen auf angemessenem Niveau diskutieren

		Anforderungsbereiche/Kompetenzniveaus		
		I	II	III
	Bewertung	<i>Vorgegebene Bewertungen nachvollziehen</i> <ul style="list-style-type: none"> • Auswirkungen physikalischer Erkenntnisse benennen • einfache, auch technische Kontexte aus physikalischer Sicht erläutern 	<i>Vorgegebene Bewertungen beurteilen und kommentieren</i> <ul style="list-style-type: none"> • den Aspekt-charakter physikalischer Betrachtungen aufzeigen • zwischen physikalischen und anderen Komponenten einer Bewertung unterscheiden 	<i>Eigene Bewertungen vornehmen</i> <ul style="list-style-type: none"> • die Bedeutung physikalischer Kenntnisse beurteilen • physikalische Erkenntnisse als Basis für die Bewertung eines Sachverhaltes nutzen • Phänomene in einen physikalischen Kontext einordnen

Was in Deutschland die KMK mit den Kompetenzrastern und den Standards regelt und steuert, wird in der Schweiz durch den Lehrplan 21 und HarmoS³, zwei nationale Projekte im Bereich Bildung, in die Wege geleitet. Die kantonale Schulhoheit wird dadurch nicht beschnitten.

Spezifische physikdidaktische Kompetenzen in Bezug auf den Lehrplan 21

Die Deutschschweizer Erziehungsdirektorenkonferenz (D-EDK⁴) hat im Rahmen von HarmoS das Schaffen von nationalen Bildungszielen/Bildungsstandards initiiert:

„... Im Projekt HarmoS werden nationale Bildungsstandards in den vier Bereichen Schulsprache, Fremdsprachen, Mathematik und Naturwissenschaften für das Ende des 4., 8. und 11. Schuljahres⁵ entwickelt. Diese Bildungs- bzw. Basisstandards werden den Lehrplänen der entsprechenden Fachbereiche zugrunde gelegt. Die inhaltlichen Vorgaben des Lehrplans gehen über die durch die Basisstandards definierten Grundanforderungen hinaus. Es wird erwartet, dass diese von einem Grossteil der Schülerinnen und Schüler übertroffen werden. Die rund um die Basisstandards erarbeiteten Materialien bilden wertvolle Grundlagen für die Erarbeitung des Lehrplans“ (D-EDK, 2010, S. 8).

Analog zu der im vorangegangenen Abschnitt Deutschland formulierten und dargestellten Kompetenzen aus dem Bereich Physik, geht es in der Folge darum, aufzuzeigen, welche Kompetenzen in der Schweiz im Bereich Physik angestrebt werden. Die Grundlage hierfür bildet der Entwurf des Lehrplanes 21 (vgl. D-EDK, 2010).

Gemäss HarmoS-Konkordat wird das Bildungswesen in Bildungsbereiche eingeteilt, welche von übergeordneten Zielen beschrieben werden. Die folgende Abbildung (vgl. Abb. 8) zeigt den definierten Bildungsbereich Mathematik/Naturwissenschaften und das dazugehörige übergeordnete Ziel.

³ In der „Interkantonalen Vereinbarung über die Harmonisierung der obligatorischen Schule“ vom 14. Juni 2007 (HarmoS-Konkordat) verständigen sich die Kantone über Eckwerte der obligatorischen Schule.

⁴ Die D-EDK ist eine Zusammenschluss aus: Nordwestschweizerische Erziehungsdirektorenkonferenz (NWEDK), Erziehungsdirektoren-Konferenz der Ostschweizer Kantone und des Fürstentums

Liechtenstein (EDK-Ost) und Bildungsdirektoren-Konferenz Zentralschweiz (BKZ).

⁵ Zählweise der Schuljahre nach dem HarmoS-Konkordat.

Abb. 8: Bildungsbereiche Mathematik/Nawi und übergeordnete Ziele gemäss HarmoS-Konkordat (vgl. D-EDK, 2010, S. 9)

Bildungsbereich	Übergeordnetes Ziel
Mathematik und Naturwissenschaften	Eine Grundbildung, welche zur Anwendung von grundlegenden mathematischen Konzepten und Verfahren sowie zu Einsichten in naturwissenschaftliche und technische Zusammenhänge befähigt

Aus der oben dargestellten Abbildung (vgl. Abb. 8) wird ersichtlich, dass für den Bereich der Naturwissenschaften kein eigener Bildungsbereich geschaffen wurde. Er ist kombiniert mit der Mathematik. Im Lehrplan 21 hingegen wurden die beiden Bereiche getrennt und Kompetenzen für Mathematik einerseits, Natur, Mensch und Gesellschaft (NMG) (vgl. D-EDK, 2010) andererseits festgelegt.

Eine Darstellung der zu vermittelnden Kompetenzen im Bereich der Physik ist nicht realisierbar. Das Fach Physik ist in den Zyklen 1 und 2 im übergeordneten Bereich Natur, Mensch und Gesellschaft (NMG) eingebettet (vgl. D-EDK, 2010). Im Zyklus 3 wird der Bereich in mehrere Teilbereiche, u. a. in Natur und Technik, aufgeteilt. In diesem Teilbereich kann die Physik nebst Chemie und Biologie eingeordnet werden. Folgende Tabelle (vgl. Tab. 3) zeigt die Zuordnung von Kompetenzen für den Zyklus 2 (Zyklus 2 umfasst die 3.– 6. Primarklasse), die im weitesten Sinne mit Physik zu tun haben. Oft ist eine klare Zuordnung nicht möglich.

Tab. 3: Kompetenzraster Lehrplan 21, NMG, Teilbereich Physik (vgl. D-EDK, 2010)

Zyklus 2	
Handlungs-/Themenaspekt (Auswahl)	Kompetenz Lehrenden und Lernende können:
Technische Entwicklungen und Umsetzungen erschliessen, einschätzen und anwenden	<ul style="list-style-type: none"> • Erfindungen und technische Entwicklungen erkunden und nachkonstruieren, • elektrische und magnetische Phänomene sowie deren technische Anwendungen untersuchen, • Bedeutung und Folgen technischer und naturwissenschaftlicher Entwicklungen für Natur und Mensch einschätzen
Phänomene der belebten und unbelebten Natur erforschen und erklären	<ul style="list-style-type: none"> • naturwissenschaftliche Grössen messen, vergleichen und darstellen, • Signale, Sinne und Sinnesleistungen erkennen, vergleichen und erläutern, • akustische Phänomene vergleichen und untersuchen, • optische Phänomene erkennen und untersuchen, • Wetterphänomene beobachten, sich über Naturereignisse informieren sowie Phänomene und Sachverhalte erklären, • Erscheinungen auf der Erde und Bewegungen von Himmelskörpern wahrnehmen, beschreiben und erklären
Stoffe, Energien und Bewegungen beschreiben, untersuchen und nutzen	<ul style="list-style-type: none"> • Erfahrungen mit Kräften und Bewegungen beschreiben und einordnen, • die Bedeutung von Energien und Energieumwandlungen im Alltag erkennen, beschreiben und reflektiert handeln, • Stoffe und Rohstoffe im Alltag und in natürlicher Umgebung wahrnehmen, untersuchen und ordnen,

Zyklus 2	
	<ul style="list-style-type: none"> • Stoffe bearbeiten und verändern sowie aufgrund ihrer Eigenschaften gezielt nutzen, • die Gewinnung, Nutzung und den Umgang mit Stoffen und Rohstoffen einschätzen und reflektiert handeln.

Ein Vergleich zwischen den Vorgaben der KMK und der D-EDK zeigt, dass sich inhaltlich keine grossen Unterschiede ergeben. Die vorhandenen Unterschiede zeigen sich in den Begrifflichkeiten, im Detaillierungsgrad der Ausformulierungen und in strukturellen Aspekten (z. B. Stellenwert des Faches Physik), die mit den unterschiedlichen Schulsystemen der beiden Länder zusammenhängen.

Um die Lernenden in den beschriebenen Handlungs- und Themenaspekten kompetent werden zu lassen, ist es erforderlich, dass die Lehrenden im Bereich des physikalischen Fachwissens und des fachdidaktischen Wissens im Bereich der Physik selbst kompetent sind. Diese Expertise eignen sich die Lehrpersonen in der Ausbildung oder bei Bedarf im Rahmen von Fort- und Weiterbildungen an. Das anschliessende Unterkapitel geht ausführlicher auf diese Thematik der Aneignung von Kompetenzen ein.

2.1.4 Aneignung professioneller Kompetenzen

Zum Schluss der Thematik stellt sich die Frage, wie Kompetenzen angeeignet werden können. In Anlehnung an den Begriff der Handlungskompetenz (vgl. Weinert, 2001) wird unter der professionellen Kompetenz das dynamische Zusammenspiel von Aspekten des Professionswissens, Überzeugungen, motivationalen Orientierungen sowie von regulativen Fähigkeiten verstanden. Diese Kompetenzfacetten agieren untereinander und bilden somit die Basis für die professionellen Kompetenzen (vgl. Brunner et al., 2006). Das Professionswissen in seiner Differenzierung in Fachwissen, fachdidaktisches Wissen und pädagogisches Wissen nimmt eine zentrale Rolle in der Kompetenzaneignung und in der professionellen Kompetenz ein. Es ist davon auszugehen, dass es sich dabei um professionsspezifisches Wissen handelt, welches nach und nach im Zuge der professionellen Entwicklung angeeignet und vertieft wurde (vgl. Brunner et al., 2006). Diese Aufreihungen von Begrifflichkeiten, welche auf verschiedenen Ebenen einzuordnen sind, entsprechen dem Grundmodell, welches dieser Arbeit zugrunde liegt und in der Einleitung unter Abbildung 1 (vgl. Abb. 1) dargestellt ist.

In der Forschungsliteratur finden sich zwei Theorieansätze, welche sich mit Kompetenzerwerb befassen. Der eine Ansatz (vgl. Scardamalia/Bereiter, 2006) geht davon aus, dass das Professionswissen und damit die professionellen Kompetenzen erworben werden, indem kognitive Ressourcen vermehrt in das Lösen von Problemstellungen und Problemsituationen mit zunehmendem Komplexitätsgrad eingesetzt und investiert werden. Im Verlaufe dieser Lern- und Lösungsprozesse werden Strategien entwickelt bzw. Prozesse automatisiert, wel-

che dann wiederum kognitive Ressourcen freisetzen. Diese frei gewordenen kognitiven Ressourcen können für weitere, noch komplexere Probleme eingesetzt werden. Somit entwickeln sich zunehmend Kompetenzen, die es ermöglichen, Probleme zu lösen.

Ein zweiter Ansatz stammt von Ericson et al. (1993) und wird mit dem Begriff „deliberate practice“ beschrieben. Unter diesem Begriff werden zeitlich sehr intensive Lern- und Übungsaktivitäten gekennzeichnet, die so konzipiert sind, dass die eigene Leistung stetig verbessert werden kann. Dies geschieht aber unter einer beachtlichen Anstrengung. Die Motivation, diese Anstrengungen auf sich zu nehmen, liegt im Ziel der Leistungsverbesserung. Analog zum Theorieansatz nach Bereiter und Scardamalia gilt auch bei der sog. „deliberate practice“, dass mit einer zunehmenden Komplexität der Lern- und Übungsaktivitäten auch die Anstrengungen steigen.

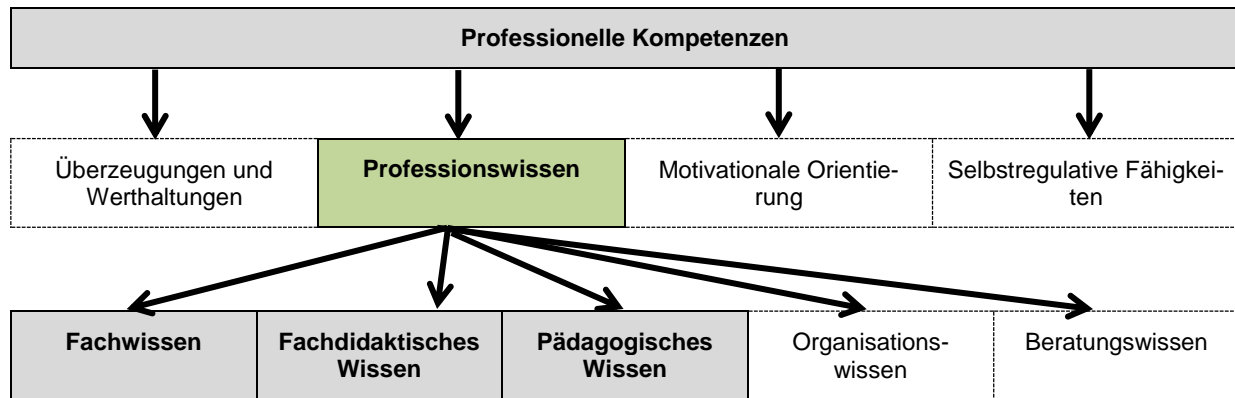
Beide Ansätze zeigen, dass die Erfahrung in einem Bereich alleine nicht genügt, um kompetent zu werden. Eine gute Aufgabe allein macht nicht kompetent (vgl. Reusser, 2014). Es bedarf des gezielten Einsatzes kognitiver und motivationaler Ressourcen zum Lösen bereichsspezifischer Problemstellungen und das Investieren eines strukturierten aktiven Übens in einer Domäne.

Die wesentlichen und für die vorliegende Arbeit relevanten Punkte zum Thema der professionellen Kompetenzen wurden hiermit erörtert. Im nächsten Unterkapitel (vgl. 2.2) wird der Fokus auf das Professionswissen mit all seinen Facetten gelegt.

2.2 Professionswissen

Analog der Einführung ins Unterkapitel 2.1 Professionelle Kompetenzen soll an dieser Stelle wiederum anhand des Grundmodells aus der Einleitung kurz die Verortung der Begrifflichkeit „Professionswissen“ dargestellt werden (vgl. Abb. 9).

Das Professionswissen ist einer der vier Teilbereiche, welche zusammen die professionellen Kompetenzen bilden (vgl. Baumert et al., 2006a). Es steht im Zentrum der folgenden Ausführungen. Die drei Teilbereiche (Überzeugungen und Werthaltungen, motivationale Orientierung und selbstregulative Fähigkeiten) sind nicht Gegenstand der vorliegenden Arbeit und werden somit nicht explizit beleuchtet, sondern nur dort, wo eine inhaltliche Notwendigkeit besteht, erwähnt.

Abb. 9: Grundmodell professioneller Kompetenzen und Professionswissen

Das Professionswissen von Lehrpersonen ist eine wesentliche Voraussetzung von erfolgreichem Unterricht. Im Bestreben nach einer umfassenden Beschreibung und Erforschung des Professionswissens von Lehrpersonen sind „Landkarten des Lehrerwissens“ entstanden (vgl. Hartinger et al., 2014, S. 25). Drei Dimensionen des Professionswissen, das Fachwissen, das fachdidaktische Wissen und das pädagogische Wissen, werden in der Forschungsliteratur als zentral dargestellt (vgl. Borowski et al., 2010, S. 341).

Das Professionswissen bildet somit einen zentralen Bestandteil innerhalb der professionellen Kompetenzen von Lehrpersonen. Im Rahmen der Forschungsstudie COACTIV entwickelten Baumert et al. (2006b) ein Modell zur professionellen Handlungskompetenz von Lehrpersonen (vgl. Abb. 16). Das Modell wird im Unterkapitel COACTIV-Forschungsprogramm (vgl. Unterkapitel 2.4.2) erläutert.

Alle Facetten rund um das Wissen im Allgemeinen und das Professionswissen von Lehrpersonen im Speziellen sind Gegenstand der folgenden Ausführungen.

2.2.1 Wissensbegriff und Formen von Wissen

Wissen steht als grundlegende Begrifflichkeit aus der Erkenntnistheorie im Zentrum zahlreicher Debatten innerhalb der Philosophie. Damit entsteht auch die Frage nach einer Definition des Wissensbegriffs.

Der Begriff des Wissens wird in der Erkenntnistheorie traditionell als wahre und gerechtfertigte Meinung definiert. Generell wird Wissen als ein für ein Individuum oder eine Gruppe von Leuten verfügbarer Besitz von Fakten, Theorien und Regeln bzw. Vorgaben verstanden, die sich durch den höchstmöglichen Grad an Gewissheit auszeichnen, sodass von ihrer Gültigkeit bzw. Wahrheit ausgegangen werden kann. Als Wissen bezeichnete Sachverhalte können aber als wahr oder falsch, vollständig oder unvollständig deklariert werden. Dieser Umschreibung des Wissensbegriffs sind die verwandten Begriffe, wie Überzeugung, allgemeine Meinung, aber auch Glauben, ähnlich. Daraus entwickelte sich auch das alltägliche Verständnis, dass Wissen auch mit „von etwas Kenntnis haben“ gleichgesetzt werden kann. Weitverbreitet ist auch der alternative Sprachgebrauch, dass Wissen als Informationsvernetzung verstanden wird. Das heisst, dass aus den zur Verfügung stehenden Informationen

Wissensinhalte entstehen, wenn der entsprechende Kontext eine entsprechende Informationsnutzung möglich macht (vgl. Birbaumer et al., 1998).

Diese Verwendung des Wissensbegriffs hat sich in den Erziehungs- und Sozialwissenschaften letztendlich durchgesetzt.

Wissen zeigt sich in facettenreichen Formen. In der folgenden Tabelle (vgl. Tab. 4) werden einige Wissensformen im Sinne einer Übersicht aufgelistet.

Tab. 4: Wissensformen im Überblick (vgl. Birbaumer et al., 1998)

Wissensform	Kurze Erläuterung/Charakterisierung
Explizites Wissen	Unter dem expliziten Wissen werden all jene Wissensinhalte zusammengefasst, über die jemand bewusst verfügt und diese bei Bedarf und je nach Situation auch sprachlich wiedergeben kann.
Implizites Wissen	Implizite Wissensinhalte hingegen charakterisieren sich dadurch, dass sie nicht bewusst verfügbar sind. Eine Ausformulierung der Wissensinhalte ist oft schwierig.
Deklaratives Wissen	Das deklarative Wissen bezieht sich auf Fakten und kann in Aussagen sprachlich formuliert werden. Das deklarative Wissen kann nochmals unterteilt werden in abstraktes Wissen und Erinnerungswissen.
Prozedurales Wissen	Unter prozeduralem Wissen werden jene Inhalte eingeordnet, welche sich auf Handlungsabläufe beziehen. Eine sprachliche Formulierung ist oft schwierig.

Da eine weitere, ausführlichere Darlegung und Diskussion u. a. auf philosophischer Ebene abläuft und die Relevanz für die vorliegende Arbeit gering ist, wird auf eine detailliertere Darlegung verzichtet.

Im folgenden Abschnitt geht es um die Wissensdimensionen im professionellen Kontext von Lehrpersonen.

2.2.2 Professionelle Wissensdimensionen von Lehrpersonen

„The single factor which seems to have the greatest power to carry forward our understanding of the teacher's role is the phenomenon teacher's knowledge“ (vgl. Elbaz, 1983, S. 11).

Dieses mittlerweile gängige Zitat von Elbaz zeigt auf, dass heute wohl Einigkeit darüber herrscht, dass das Professionswissen von Lehrpersonen von zentraler Bedeutung in der Steuerung des Unterrichts ist und somit eine Schlüsselrolle in den Lehr-/Lernprozessen einnimmt (vgl. Bromme, 1997; Lipowsky, 2004; Baumert/Kunter, 2006a).

Wissen kann und darf hier nicht mit dem umgangssprachlichen deklarativen Faktenwissen gleichgesetzt werden. Es beinhaltet auch das prozedurale Wissen, wie Fertigkeiten, Fähigkeiten, Können und Handlungsrouinen, die in allen Facetten des Unterrichts eine Rolle spielen (vgl. Weinert et al., 1990).

Spricht man von Wissen bzw. Professionswissen, ist zugleich auch die Unklarheit und Vielfältigkeit der Begriffsverwendung zu nennen. So wird das Professionswissen einerseits als

„eine Sammlung in sich geordneter erziehungswissenschaftlicher oder pädagogischer Fakten und Idee in einem spezifischen Bereich“ (Bell, 1985, S. 180) bezeichnet oder man spricht von einer „Kumulation von Kenntnissen“ (Nolda, 2001, S. 337 ff.), was auf die Handlungskompetenzen von Lehrpersonen abzielt. Andererseits ist aber auch von „Fähigkeit“ (Steher, 1994, S. 204) oder „Disposition“ (Aebli, 1981, S. 43) die Rede. Somit wird in den ersten Ausführungen die Aussage fokussiert, die anderen Definitionen betonen jedoch die Person. Während andere Sprachen eine terminologische Unterscheidung dieser beiden Perspektiven machen (z. B. im Englischen „knowledge“ bzw. „knowing“), verfügt man in unserem Sprachraum nur über ein Wort. Hinzu kommt die Differenzierung zwischen explizitem und implizitem Wissen (vgl. Tab. 4), was dazu führt, dass Professionswissen sowohl explizite Kenntnisse wie auch implizite Überzeugungen, Deutungs- und Handlungsmuster meinen kann.

Auch die Definition des Begriffes „Profession“ ist nicht eindeutig und je nach Sichtweise anders gelagert. Hier folgen nun einige Aspekte, welche diese Mehrdeutigkeit aufzeigen sollen. Im Begriff ist das Adjektiv professionell enthalten. „Professionell“ bedeutet, dass eine Aufgabe oder Herausforderung gut und erfolgreich gemeistert wurde. Diese Verwendung zeigt eine Eindeutigkeit.

Anders sieht es bei der Verwendung des Substantivs „Profession“ aus. Einerseits ist hier die einfache Übersetzung „Beruf“ und somit die allgemeine Bezeichnung für einen Tätigkeitsbereich möglich. Andererseits und deutlich enger wird der Begriff „Profession“ in der berufssoziologischen Diskussion gefasst. Verwendet man den Begriff vor diesem Hintergrund, dann werden der Berufsgruppe aufgrund der gleichen Ausbildung, der berufsständischen Organisiertheit oder des „Code of Ethics“ gewisse Standards in der Ausübung des Berufs zugeschrieben. An diese Standards sind auch Qualitätskriterien und die Erwartung geknüpft, dass das Handwerk bzw. der Beruf nach bestem Wissen und Gewissen ausgeübt wird (vgl. Reischmann, 2001).

Wichtige Hinweise und wesentliche Impulse zur Darstellung und Charakterisierung professionellen Wissens von Lehrpersonen hat Shulman (1986, 1998) in den Diskurs um die Struktur und Entwicklung von Kenntnissen und Fertigkeiten von Lehrkräften eingebracht. Im Zentrum steht dabei das Professionswissen von Lehrpersonen, welches eine wesentliche Voraussetzung für das Handeln im Unterricht darstellt (Shulman 1998, S. 515 f.):

„All professions are characterized by the following attributes:

- *a domain skills performance and practice,*
- *understanding of scholarly or theoretical kind,*
- *the obligations of service of others, as in 'calling',*
- *the exercise of judgement under conditions of unavoidable uncertainty,*
- *the need of learning from experience as theory and practice interact,*
- *a professional community to monitor quality and aggregate knowledge.“*

Die hier ausgewiesenen Facetten zur inhaltsbezogenen Ausgestaltung des professionellen Wissens von Lehrpersonen haben erkennbar Eingang in die NBPTS-Standards gefunden (vgl. National Board for Professional Teaching Standards, 2002).

Um die Kompetenzen von Lehrpersonen zu beschreiben, werden in den USA diese Standards genutzt. Auf dieser Grundlage wird auch die schulische Ausbildung zertifiziert. Im Hinblick auf Unterricht als Prozess und der Rolle der Lehrperson im Unterricht werden hier das Wissen und Können (Professionswissen) und das Lernen als Prozess (Professionelle Kompetenzen) benannt (vgl. National Board for Professional Teacher Standards, 2002):

- *Teachers know subjects they teach and how to teach those subjects to the students*
- *Teachers think systematically about their practice and learn from the experience*
- *Teachers are members of learning communities*
- *Teachers are committed to students and their learning*
- *Teachers are responsible for managing and monitoring student learning.*

Professionelle Wissensbereiche von Lehrpersonen sind ein Zusammenwirken von (vgl. Baumert/Kunter, 2006a; Bromme, 2008):

- *spezifischem deklarativen und prozeduralen Wissen, welches auf Erfahrungen zurückgeführt werden kann,*
- *professionellen Werten, Überzeugungen und Theorien,*
- *motivationalen Orientierungen,*
- *metakognitiven und reflexiven Fähigkeiten zur professionellen Eigenwahrnehmung und Steuerung.*

Um das Professionswissen und die professionelle Handlungskompetenz im Sinne dieses nicht hierarchischen Modells weiter auszudifferenzieren und zu spezifizieren, bedarf es weiterer empirischer Befunde (vgl. Brunner et al., 2006).

Die in den Arbeiten zum Professionswissen von Lehrpersonen vorgestellten Charakterisierungen (u. a. in Baumert/Kunter, 2006a; Jüttner et al., 2009) lassen sich auf den von Shulman (1987) vorgestellten Referenzrahmen zurückführen.

Shulman (1986, 1987) nennt in seinen ersten Definitionen des Professionswissens sieben Wissensbereiche, nämlich (vgl. Shulman, 1986, 1987):

- *content knowledge (Fachwissen),*
- *general pedagogical knowledge, with special reference to those broad principles and strategies of classroom management and organization that appear to transcend subject matter (pädagogisches und erziehungswissenschaftliches Wissen),*
- *curriculum knowledge, with particular grasp of the materials and programs that serve as „tools of the trade“ for teachers (Kenntnisse des Bildungsplanes/des Lehrplanes bzw. des Curriculums),*
- *pedagogical content knowledge, that special amalgam of content and pedagogy that is uniquely the province of teachers, their own special form of professional understanding (fachdidaktisches Wissen),*
- *knowledge of learners and their characteristics (Kenntnisse und Wissen über die Lernenden),*
- *knowledge of educational contexts, ranging from the workings of the group or classroom, the governance and financing of school districts, to the character of communities and cultures (Wissen über Kontexte des Lehrens und Lernens),*

- *knowledge of educational ends, purposes, and values, and their philosophical and historical grounds (Wissen über die Ausbildungs- und Bildungsziele sowie die vermittelten Werte).*

Bromme (1997) hat dieses Modell einer Topologie professionellen Wissens von Lehrpersonen unter Berücksichtigung der Gegebenheiten im deutschsprachigen Raum weiterentwickelt und fünf Bereiche unterschieden:

- *fachliches Wissen,*
- *pädagogisches Wissen,*
- *fachspezifisch-pädagogisches Wissen;*
- *curriculares Wissen,*
- *Philosophie des Schulfaches.*

Im Zusammenhang mit der Weiterentwicklung des Modells nach Shulman weist Bromme (1997) in seiner theoretischen Begründung der Darstellung darauf hin, dass die „Verschmelzung von Kenntnissen unterschiedlicher Herkunft“ das Besondere am professionellen Wissen von Lehrpersonen ausmache. Die mannigfaltigen Anforderungen an das Unterrichten der Lehrperson im System Schule stehen in dieser Typologisierung im Mittelpunkt. Die erwähnten Anforderungen setzen sich aus mehreren Wissensdomänen zusammen. Hier besteht ein wesentlicher Unterschied zu den Fachwissenschaftlern, welche in einzelnen Disziplinen ausbilden (vgl. Bromme 1997, 2008). Wesentliche Elemente beider Darstellungen – in weiten Teilen deckungsgleich – sind auch in den fachbezogenen Kompetenzen von Lehrpersonen der KMK zu finden (vgl. Abb. 5). In der Literatur zur Unterrichtsforschung wie auch in der Lehrerbildung herrscht Einigkeit darüber, dass neben dem pädagogischen Wissen die beiden fachbezogenen Komponenten des Professionswissens wichtige Einflussgrößen für die Unterrichtsqualität darstellen (vgl. Hartinger et al., 2014, S. 26 f.).

Fellmann (2014) schreibt in Anlehnung an eine Studie zur Umsetzung strukturierter kooperativer Lehr- und Lernformen

„... die Bedeutung verschiedener Wissensbereiche der Lehrkraft, welche erforderlich zu sein scheinen, um der anspruchsvollen Aufgabe der Umsetzung gerecht werden zu können. Neben dem fachlichen Wissen und dem Wissen über die schulischen Inhalte zeigt sich das Vorhandensein pädagogischen Wissens der aktiven Lehrkraft ...“ (Fellmann, 2014, S. 358)

In der gängigen Literatur zur deutschsprachigen fachdidaktischen Forschung, aber auch in Arbeitsfeldern empirischer Bildungsforschung zum Professionswissen von Lehrpersonen finden sich heute die zentralen Begriffe des Fachwissens (content knowledge), fachdidaktischen Wissens (pedagogical content knowledge) und pädagogischen Wissens (pedagogical knowledge). Diese Verdichtung von sieben auf drei Wissensbereiche zeigt sich unter anderem in diversen Untersuchungen im naturwissenschaftlichen und mathematischen Bereich (vgl. Baumert/Kunter, 2006s; Neuhaus, 2007; Krauss et al., 2008b; Blömeke et al., 2008; Jüttner et al., 2009). In all diesen Untersuchungen zeigte sich, dass ein vernetztes und anschlussfähiges Fachwissen für den weiteren Erwerb von Kenntnissen und Fertigkeiten im naturwissenschaftlichen Unterricht von besonderem Interesse ist. Dieses ist nach Wenner

(vgl. Wenner, 1995) relevant, um dessen Bedeutung in der Theorie als auch Praxis erfahren und einschätzen zu können. Eine positive Qualitätsentwicklung im naturwissenschaftlichen Unterricht ist nicht mach- bzw. denkbar, wenn umfassende Kenntnisse der fachspezifischen Inhalte, naturwissenschaftliches Denken und naturwissenschaftliches Verständnis fehlen (vgl. Shulman, 2004). Schmidt et al. (2015) propagieren in einer Studie zum Sachunterricht, dass die Lehrpersonen, welche beispielsweise Sachunterricht erteilen, in allen Bezugsdisziplinen über ein ausreichendes Professionswissen verfügen müssten. Fehle dies aufgrund der Ausbildung, müsse es anhand von Professionalisierungsmassnahmen und Interventionen, wie Fortbildung oder „[...] durch häufiges Unterrichten der nicht im Studium belegten Inhalte [...]“, ausgeglichen werden (vgl. Schmidt et al., 2015, S. 270). Lehrpersonen brauchen somit Kenntnisse von Fachkonzepten und fachmethodischem bzw. fachdidaktischem Wissen, um einerseits fachimmanente, andererseits aber auch fächerübergreifende Zusammenhänge herstellen zu können. Für die Anlage von standard- und kompetenzorientierten Lehr-/Lernprozessen ist ein hohes Mass an Fachwissen eine zentrale Voraussetzung. Dies erwies sich in den bereits erwähnten, aber auch im Rahmen anderer Untersuchungen (vgl. Lipowsky, 2007; Abell, 2007) als wesentlicher Bestandteil für die Ausgestaltung besonders förderlicher Angebote im naturwissenschaftlichen Lernen. Breite, umfassende Kenntnisse von verschiedenen didaktischen Konzepten sowie fachwissenschaftlichen Zusammenhängen dienen als Grundlage für die Aufbereitung naturwissenschaftlicher Themen und der Vermittlung von Inhalten. Diese Kompetenzen müssen aufseiten der Lehrpersonen verfügbar sein (vgl. Helmke, 2003; Abell, 2007; Arnold, 2007).

2.2.3 Merkmale von Professionswissen

Aus den dargelegten professionellen Wissensdimensionen und -domänen (vgl. Unterkapitel 2.2.2) lassen sich Merkmale für das Professionswissen ableiten. Baumert und Kunter (2006) haben anhand zentraler Ergebnisse aus der Expertiseforschung (vgl. Besser/Kraus, 2009; Bromme, 2004, 2008; Reinisch, 2009) eine Zusammenstellung publiziert. Folgende fünf Merkmale lassen sich beschreiben (vgl. Baumert et al., 2010):

- *Professionelles Wissen ist domänenspezifisch und ausbildungs- bzw. trainingsabhängig (im engeren Sinne Kompetenzen).*
- *Professionelles Wissen ist gut vernetzt und hierarchisch organisiert.*
- *Professionelles Wissen integriert unterschiedliche Verwendungskontexte und erlaubt daher variantenreiches, adaptives Verhalten in Problemsituationen.*
- *In professionellen Domänen ist das zentrale Fach- und Handlungswissen um Schlüsselkonzepte und eine begrenzte Anzahl von Ereignisschemata arrangiert, an die Einzelfälle, Episoden oder Skripts (Sequenzen von Episoden) angegliedert sind.*
- *Basisprozeduren sind automatisiert, aber dennoch flexibel an die spezifischen Bedingungen des Einzelfalles und des Kontextes anpassbar.*

In der nun anschliessenden Darlegung werden die drei gängigen Wissensbereiche (vgl. Shulman, 1986) definiert bzw. beschrieben.

2.2.4 Fachwissen-content knowledge (CK)

Wird das Fachwissen definiert, sprechen Riese und Reinhold (2009) von „... vertieftem Wissen über Inhalte des Schulstoffes ...“ einerseits, andererseits sehen Baumert und Kunter (2006a, S. 487 f.) darin „... akademisches Wissen, vertieftes Schulwissen oder generelles Schulwissen ...“.

Das Fachwissen stellt eine Grundvoraussetzung für erfolgreichen Fachunterricht dar (vgl. z. B. Ball et al., 2003; Shulman 1986; Shulman, 1987). Von Kotzebue schreibt (2014, S. 12) „... Das Fachwissen einer Lehrkraft gilt als erforderliche Bedingung für den Fachunterricht, da sie nur dann in der Lage ist, Lernprozesse zu steuern, wenn sie über ein vertieftes Verständnis der fachlich behandelten Inhalte verfügt ...“. Und Jüttner und Neuhaus (2013, S. 45 f.) präzisieren: „... Aufgrund fehlender empirischer Befunde ist jedoch bisher unklar, über welche Art und Tiefe des Fachwissens die Lehrkraft verfügen soll, um einen ‚guten‘ Unterricht gestalten zu können ...“.

Das Fachwissen fand demnach in der empirischen Unterrichtsforschung bisher wenig Berücksichtigung. Stattdessen wird es, nach Analysen von Baumert und Kunter (2006), häufig indirekt über Drittvariablen, wie staatliche Zertifizierungen, Abschlussnoten oder die Zahl der besuchten Fachkurse, operationalisiert.

Untersuchungen (vgl. Terhart, 2002) zeigen, dass Lehrpersonen offensichtlich nur dann in der Lage sind, eine Lernprozessesteuerung vorzunehmen, wenn sie sich selbst sicher in der Domäne ihres Unterrichtsfaches bewegen können. Das Fachwissen wird als notwendige, aber nicht ausreichende Voraussetzung genannt, wenn es darum geht, das fachdidaktische Wissen zu unterstützen. Baumert und Kunter (2006) definieren: „... Fachwissen ist die Grundlage, auf der fachdidaktische Beweglichkeit entstehen kann“ (vgl. Baumert/Kunter, 2006a, S. 477). Auch hier gilt, analog des fachdidaktischen Wissens, dass das Fachwissen wohl als Konzept gilt, welches jeweils noch fachspezifisch zu hinterfragen bzw. anzupassen ist (vgl. Krauss et al., 2008a). Shulman beschreibt es wie folgt:

„... To think properly about content knowledge requires going beyond knowledge of the facts or concepts of a domain. It requires understanding the structures of the subject matter [...]. For Schwab (1978) the structures of a subject include both the substantive and syntactic structure. The substantive structures are the variety of ways in which the basic concepts and principles of the discipline are organized to incorporate its facts. The syntactic structure of a discipline is the set of ways in which truth or falsehood, validity or invalidity, are established. [...]. The teacher need not only to understand that something is so, the teacher must further understand why it is so, on what grounds its warrant can be asserted, and under what circumstances our belief in its justification can be weakened and even denied.“ (Shulman, 1986, S. 9).

Um einen erfolgreichen Unterricht gestalten zu können, reicht das Fachwissen alleine nicht aus. Es dient jedoch als notwendige Basis auf der „fachdidaktische Beweglichkeit entstehen kann“ (Baumert/Kunter, 2006a, S. 487).

2.2.5 Fachdidaktisches Wissen-pedagogical content knowledge (PCK)

Unter dem fachdidaktischen Wissen verstehen Schmelzing et al. (2010, S. 195) „... Wissen zur Konstruktion fachspezifischer Lerngelegenheiten und Reaktion auf fachspezifische Lernsituationen...“ und von Kotzebue (2014, S. 13) führt aus: „... fachdidaktisches Wissen wird als das Verfügbarmachen von fachlichen Inhalten und das Schaffen von Lerngelegenheiten verstanden ...“.

Shulman charakterisiert das fachdidaktische Wissen als das Wissen über das Verständlichmachen von Inhalten (making comprehensible). Somit bezieht sich das fachdidaktische Wissen auf die inhaltsbezogenen (nicht im methodischen Sinne) unterrichtlichen Aufgabenstellungen. Die Bedeutung des fachdidaktischen Wissens, so wie es Shulman definiert und beschreibt, kommt mittels des Originalzitats am besten zum Ausdruck:

„... Within the category of pedagogical content knowledge I include, for the most regularly taught topics in one's subject area, the most useful forms of representation of those ideas, the most powerful analogies, illustrations, examples, explanations, and demonstrations – in a word, the ways of representing and formulating the subject that make it comprehensible to others. Since there are no single most powerful forms of representation, the teacher must have at hand a veritable armamentarium of alternative forms of representation, some of which derive from research whereas others originate in the wisdom of practice. Pedagogical content knowledge also includes an understanding of what makes the learning of specific topics easy or difficult: the conceptions and preconceptions that students of different ages and backgrounds bring with them to the learning of those most frequently taught topics and lessons. If those preconceptions are misconceptions, which they so often are, teachers need knowledge of the strategies most likely to be fruitful in reorganizing the understanding of learners, because those learners are unlikely to appear before them as blank slates.“ (Shulman, 1986, S. 9 f.)

Das fachdidaktische Wissen hilft der Lehrperson, Fachwissen zu vermitteln, also Lerngelegenheiten zum Wissensaufbau zu schaffen. Shulman (vgl. Shulman, 1987, S. 8) sieht das fachdidaktische Wissen auch als Verschmelzung von Fachwissen und pädagogischem Wissen an. Es geht darum, dass das fachdidaktische Wissen aufzeigt, wie in einem Fach die Gegenstände strukturiert dargelegt, erklärt und vernetzt werden können. Shulman hebt anhand dieser allgemeingültigen Feststellung zwei Teilaspekte innerhalb des fachdidaktischen Wissens hervor: das Wissen über Erklären und Darstellen („the ways of representing and formulating the subject that make it comprehensible to others“) und die Bedeutung des Wissens über fachbezogene Schüler- und Schülerinnenkognitionen („conceptions“, „preconceptions“, „misconceptions“). Grossmann (1990) fasste den ersten Aspekt unter „knowledge of instructional strategies“ zusammen, der zweite Aspekt wurde ebenfalls von Grossmann mit „knowledge of students“ bezeichnet (vgl. Krauss et al., 2008a).

Die von Shulman formulierten Beschreibungen haben allgemeinen Charakter und treffen somit für Lehrpersonen aller Fachrichtungen zu. Jede Lehrperson, egal welcher Schulstufe und welcher Fachrichtung, sollte fähig sein, die Inhalte und Themen ihres Faches richtig und stufengerecht zu präsentieren bzw. zu vermitteln und sensibilisiert auf Schülerfehlkonzeptionen zu achten, um dann adäquat handeln zu können. Nebst dieser allgemeingültigen Aussage muss jedoch beachtet werden, dass für jeden Fachbereich berechtigterweise auch Spezifikationen notwendig sind. Diese können nur fachspezifisch eingeschätzt und begründet

werden Shulman umschreibt dies mit „useful forms of representation“ oder „typical misconceptions“ (vgl. Shulman, 1987).

Es herrscht keine Einigkeit darüber, was letztendlich alles zum fachdidaktischen Wissen dazugerechnet wird. Eine Übersicht (vgl. Abb. 10) von Oliver und Park (2007) zeigt, welche Komponenten fachdidaktischen Wissens von verschiedenen Wissenschaftlern unter dem fachdidaktischen Wissen subsumiert werden (vgl. Borowski et al., 2011).

Abb. 10: Komponenten fachdidaktischen Wissens von verschiedenen Konzeptualisierungen (Oliver/Park, 2007)

Scholars	Knowledge of								
	Purposes for teaching a subject matter	Student understanding	Curriculum	Instructional strategies and representations	Media	Assessment	Subject matter	Context	Pedagogy
Shulman (1987)	D	O	D	O			D	D	D
Tamir (1988)		O	O	O		O	D		D
Grossman (1990)	O	O	O	O			D		
Marks (1990)		O		O	O		O		
Smith and Neale (1989)	O	O		O			D		
Cochran et al. (1993)		O		N			O	O	O
Geddis et al. (1993)		O	O	O					
Fernandez-Balboa and Stiehl (1995)	O	O		O			O	O	
Magnusson et al. (1999)	O	O	O	O		O			
Hasweh (2005)	O	O	O	O		O	O	O	O
Loughran et al. (2006)	O	O		O			O	O	O

D Author placed this subcategory outside of PCK as a distinct knowledge base for teaching; *N* author did not discuss this subcategory explicitly (Equivalent to blank but used for emphasis); *O* author included this subcategory as a component of PCK.

Eine andere Nennung zeigt die folgenden Wissensfacetten, welche dem fachdidaktischen Wissen zugeordnet werden (vgl. Geers et al., 2009): Wissen über das Potenzial des Inhaltes, Wissen über die Schülervorstellungen, Wissen über Bildungsziele, Wissen über das Curriculum, Wissen über fachspezifische Vermittlungsstrategien und Wissen über Leistungsbewertung.

Harter et al. (2014, S. 28 f.) konkretisieren zum fachdidaktischen Wissen, dass dieses das Wissen über Bedingungen des Lernens und das Wissen über instruktionale Aktivitäten beinhalte. Beide Bereiche setzen sich aus je zwei Komponenten zusammen, einerseits über das Wissen von Schülervorstellungen und Wissen über Lernschwierigkeiten im Bereich des Wissens über Bedingungen des Lernens, andererseits Wissen über fachspezifische bzw. themenspezifische Lernstrategien sowie Wissen über die Strukturierung der Lernumgebung.

2.2.6 Pädagogisches Wissen-general pedagogical knowledge (PK)

Krauss et al. (2008a, S. 722) definieren pädagogisches Wissen als

„... fachunabhängiges Wissen für einen reibungslosen und effektiven Ablauf des Unterrichts und für die Aufrechterhaltung eines lernförderlichen sozialen Klimas in der Klasse ...“.

Pädagogisches Wissen umfasst nach Shulman (1986) das Wissen über allgemeine Prinzipien der Klassenorganisation und des Klassenmanagements. Es enthält Wissen über Stra-

tegien und Massnahmen, die nicht durch Fachinhalte oder fachdidaktisches Wissen geprägt sind und damit unabhängig von Fachwissen und fachdidaktischem Wissen zu modellieren sind. Dazu zählt primär das Wissen über Strategien und Massnahmen der Klassenführung, die zum Ziel haben, möglichst viel von der zur Verfügung stehenden Unterrichtszeit als effektive Lernzeit zu nutzen (vgl. Meyer, 2004). Es umfasst sowohl Wissen über Strategien der Störungsprävention als auch über korrektive Massnahmen im Umgang mit aufgetretenen Störungen, wobei den störungspräventiven Strategien eine stärkere Bedeutung für eine lernförderliche Klassenführung beigemessen wird als den korrektiven Strategien (vgl. Good/Brophy, 1997). Grossmann (1990) zählt ausserdem Wissen über allgemeine Instruktionsprinzipien, Wissen über Lernprozesse und Personenmerkmale, die Lernprozesse beeinflussen, sowie Wissen über Lehrziele zu den weiteren Teilbereichen pädagogischen Wissens (vgl. Shulman, 1987).

Etwas detaillierter definiert die auf den Mathematikunterricht begrenzte COACTIV-Studie (vgl. Unterkapitel 2.4.2) pädagogisches Wissen als deklaratives und prozedurales Professionswissen, das für den reibungslosen und effektiven Ablauf des Unterrichts und für die Aufrechterhaltung eines lernförderlichen sozialen Klimas in der Klasse grundlegend ist. Pädagogisches Wissen wird in diesen Definitionen als „allgemein“ bezeichnet, was bedeutet, dass es fachunabhängig bzw. fächerübergreifend konzipiert ist.

2.2.7 Aneignung von Professionswissen

In den vorangegangenen Unterkapiteln wurde erläutert, dass Fachwissen als auch fachdidaktisches Wissen Einfluss auf die Steuerung der Lehr-/Lernprozesse und den Unterricht bzw. die Unterrichtsgestaltung allgemein haben. Somit stellt sich die berechtigte Frage, wie und wo eine Lehrperson sich dieses Wissen aneignet: in der Ausbildung, im ersten oder eher im zweiten Ausbildungsabschnitt oder gar erst während der Berufspraxis. Nach der Auseinandersetzung mit den Begrifflichkeiten, wie Wissen bzw. Professionswissen und professionelle Kompetenzen, geht es im Folgenden darum, sich Gedanken zu machen, wie das Professionswissen angeeignet wird.

In der Literatur finden sich mehrere Modelle bzw. Aneignungsverfahren. Im Folgenden wird auf diese Modelle ausführlicher eingegangen.

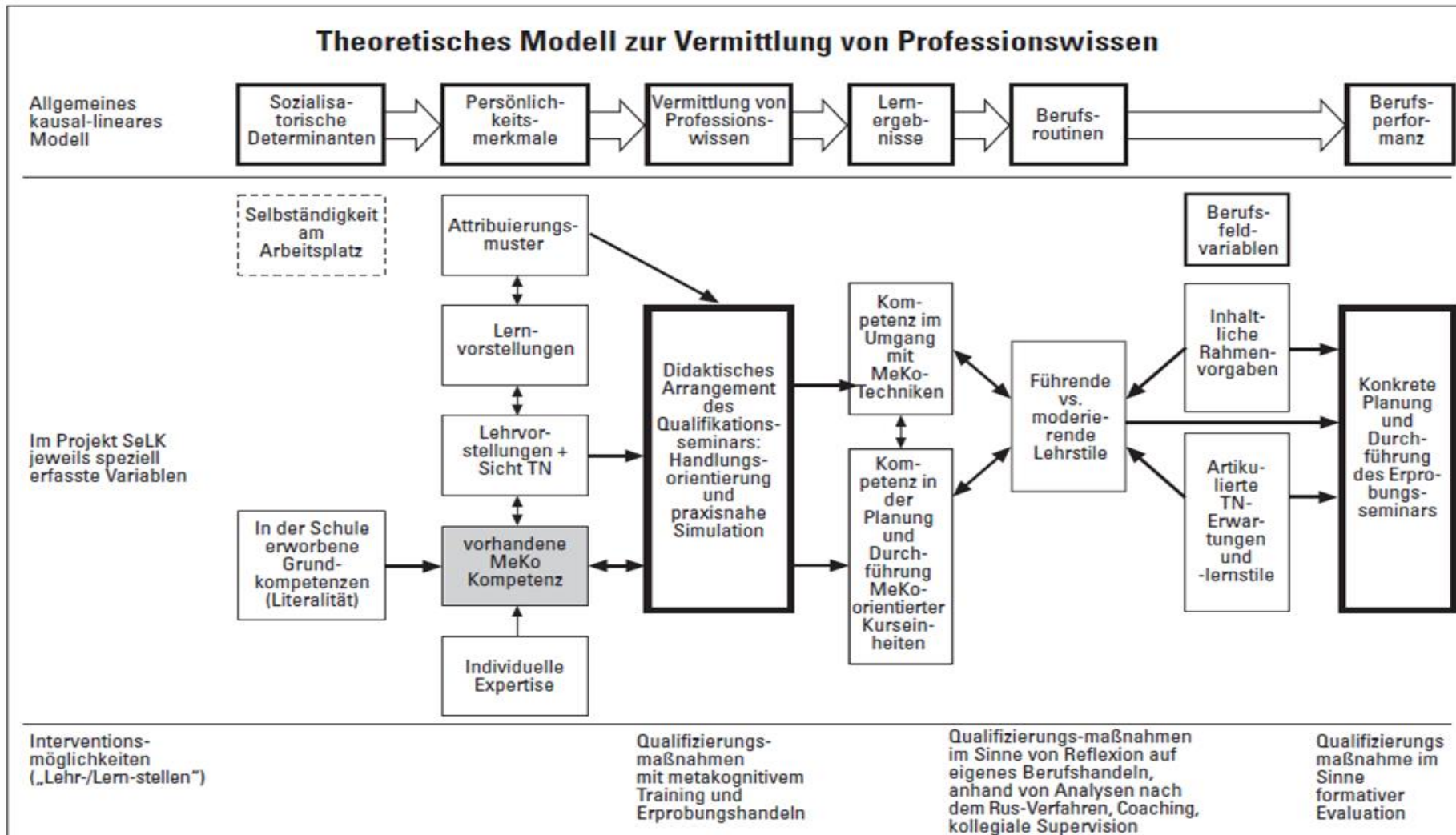
2.2.7.1 Metakognition und selbstreguliertes Lernen

Der erste Ansatz, welcher skizziert wird, kann im selbstregulierten Lernen verortet werden. Die Diskussionen um die Wirksamkeit und Nachhaltigkeit des selbstregulierten Lernens verlaufen unscharf und uneinheitlich. Dennoch münden diese Diskussionen über virtuelle Lernkulturen, multimediale Lernumgebungen, allgemeine Verweise auf eine Wissensgesellschaft oder einfach über einen Bildungsbegriff, welcher selbstständiges Urteilen und Handeln im Fokus hat, letztendlich in der Forderung nach Selbstlernkompetenz, was so viel wie Fähig-

keit zu selbstreguliertem Lernen bedeutet (vgl. Kaiser, 2003). Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) hat ein Projekt gefördert, welches diese Selbstlernkompetenz im Zentrum hat. Der Grundsatz des Forschungsprojekts SeLK (Vermittlung von Selbst-LernKompetenz) lautet: „... Selbstreguliertes Lernen ist metakognitiv fundiert“ (Kaiser, 2003, S. 89). In der Folge geht es darum, diesen Grundsatz zu beleuchten sowie zu skizzieren, wie die Metakognition die Selbstlernkompetenz beeinflusst bzw. steuert. Kaiser (2003, S. 89) schreibt zur Metakognition als Basis selbstregulierter Lernprozesse: „Metakognition steht in engem Zusammenhang mit Selbstlernkompetenz, also der Fähigkeit, Lernprozesse selbstgesteuert durchzuführen.“ Ein Selbstlernprozess unterteilt sich in zwei Bereiche: einerseits ist es die Bearbeitung des anstehenden Problems bzw. die Erarbeitung eines Lerninhaltes, andererseits sind es die Planungs-, Steuerungs- und Kontrollprozesse. Während beim Erarbeiten die kognitiven Fähigkeiten zum Zuge kommen, spielen bei Planung Steuerung und Kontrolle die metakognitiven Aspekte eine Rolle.

Die Metakognition lässt sich unter zwei Blickwinkeln beleuchten und verhält sich, analog beschriebener Theorieaspekte, unterteilbar in Wissen und Handeln. Auf der einen Seite steht das metakognitive Wissen (personen-, aufgaben- und strategiebezogenes Wissen) als deklarativer Aspekt, auf der anderen Seite das metakognitive Handeln (Planung, Steuerung, Kontrolle) als exekutiver Aspekt im Fokus. Wenn Selbstlernkompetenz bzw. selbstreguliertes Lernen erfolgreich sein soll, dann braucht es beide Komponenten (vgl. Kaiser, 2003). Im Wesentlichen ist der Mensch mit beiden Komponenten ausgestattet, da Denken immer im Verbund mit Metakognition abläuft. Diese Kompetenzen zum Handeln und Steuern sind unbemerkt und nicht willentlich erworben worden und sind somit auch nicht bewusst bzw. gezielt einsetzbar. Daraus resultiert eine suboptimale Wirkung auf das selbstgesteuerte Lernen. Das bereits erwähnte Projekt SeLK setzt an diesem Punkt an. Durch Training und Bewusstmachung sollen metakognitive Kompetenzen explizit zur Fundierung und Optimierung selbstregulativer Lernprozesse eingesetzt werden (vgl. Kaiser, 2003). Die nachfolgende Abbildung (vgl. Abb. 11) zeigt das theoretische Modell zur Vermittlung des Professionswissens.

Abb. 11: Theoretisches Modell Projekt SeLK (vgl. Kaiser, 2003)



Anhand des theoretischen Modells (vgl. Abb. 11) sowie den ermittelten Forschungsergebnissen des Projekts SeLK lassen sich folgende förderliche Bedingungen für eine erfolgreiche Vermittlung und somit auch eine grosse Gewähr an Nachhaltigkeit von Professionswissen ableiten (Kaiser, 2003, S. 48):

- *Eine optimale Wirkung lässt sich erzielen, wenn an praxisnahen Situationen Professionswissen vermittelt wird.*
- *Eine Verinnerlichung der Lerninhalte kann besser stattfinden, wenn sie in einem handelnd und erprobend angelegten Lernraum weitgehend eigenaktiv erworben werden.*
- *Da jedoch das handlungsorientierte und praxisnahe Setting nicht ausreicht, sind Begleitmassnahmen wie Reflexionsseminare, Coachingsequenzen und/oder kollegiale Supervision erforderlich oder mindestens wünschbar.*
- *Eine aktive Aneignung von Professionswissen ist durch Persönlichkeitsmerkmale wie Attribuierungsmuster beeinflusst.*
- *Das Vorwissen bzw. fundierte Kenntnisse oder Nichtkenntnisse beeinflussen die Lehrbarkeit von Professionswissen.*

Diese Auflistung zeigt, dass einige Punkte für die Vermittlung bzw. die Aneignung von Professionswissen, egal ob Grundbildung oder Fortbildung, beachtet werden müssen, damit erfolgreiches Lernen stattfinden kann.

Nebst dem theoretischen Modell zur Vermittlung von Professionswissen, wie es im Projekt SeLK-Konzept angewendet wurde, gibt es ein zweites Modell, welches der Aneignung von Professionswissen dient.

2.2.7.2 Aneignungsmodi von Professionswissen

Das zweite Modell, welches hier skizziert wird, birgt ebenfalls den Ansatz des Selbstlernens in sich. Die Aneignungsmodi nach Gieseke und Schäffter (1988) zeigen den Verlauf der Wissensaneignung vom Abstrakten bis hin zur Realisierung auf (vgl. Abb. 11). Was unter den einzelnen Modi zu verstehen ist, wird im Folgenden kurz beschrieben. (vgl. Behrmann, 2001).

Modi eins, bezeichnet mit Abstraktion, zeigt auf, dass das professionsspezifische Wissen losgelöst vom Handlungskontext angeeignet wird. Im folgenden Modus zwei, in der Konkretion, wird geprüft, wie das abstrakte Wissen aus dem Modi eins in konkreten Handlungsoperationen umgesetzt werden könnte. Schritt bzw. Modi drei, die Realisierung, beschreibt, wie auf professionsspezifischem Wissen beruhende Handlungen zu verstehen sind. Handlungspläne bzw. -muster werden im Verlaufe von Tätigkeiten pädagogischer Art unter den speziellen Bedingungen der Praxis umgesetzt. Die letzte Stufe bildet die Habitualisierung. Wissensorientierte Handlungsdispositionen werden in die professionsspezifischen Denk- und Handlungsstile übernommen (vgl. Behrmann, 2001).

Abb. 12: Aneignungsmodi von Professionswissen (vgl. Gieseke/Schäffter, 1988)

Nachdem die Begrifflichkeiten professionelle Kompetenzen und Professionswissen bereits ausführlich dargelegt worden sind, geht es im folgenden Unterkapitel um die theoretische Einbindung der Begriffe in den bildungssystemischen Kontext.

2.3 Professionelle Kompetenzen und Professionswissen im Bildungssystemkontext

Wirksamkeiten der Bildung, wie sie beispielsweise in vielen Ländern mit vergleichenden Schulleistungstests (z. B. TIMSS oder PISA) erfasst werden, sind nie nur das Ergebnis des schulischen Unterrichts allein, sondern müssen als Summe des Zusammenwirkens verschiedener Faktoren in einem Bildungssystem betrachtet werden. Unterrichtsforschung versucht, empirisch gehaltvolle Modelle für das Zusammenwirken der einzelnen Faktoren zu finden und zu überprüfen und somit Hinweise für die Bildungsqualität zu geben.

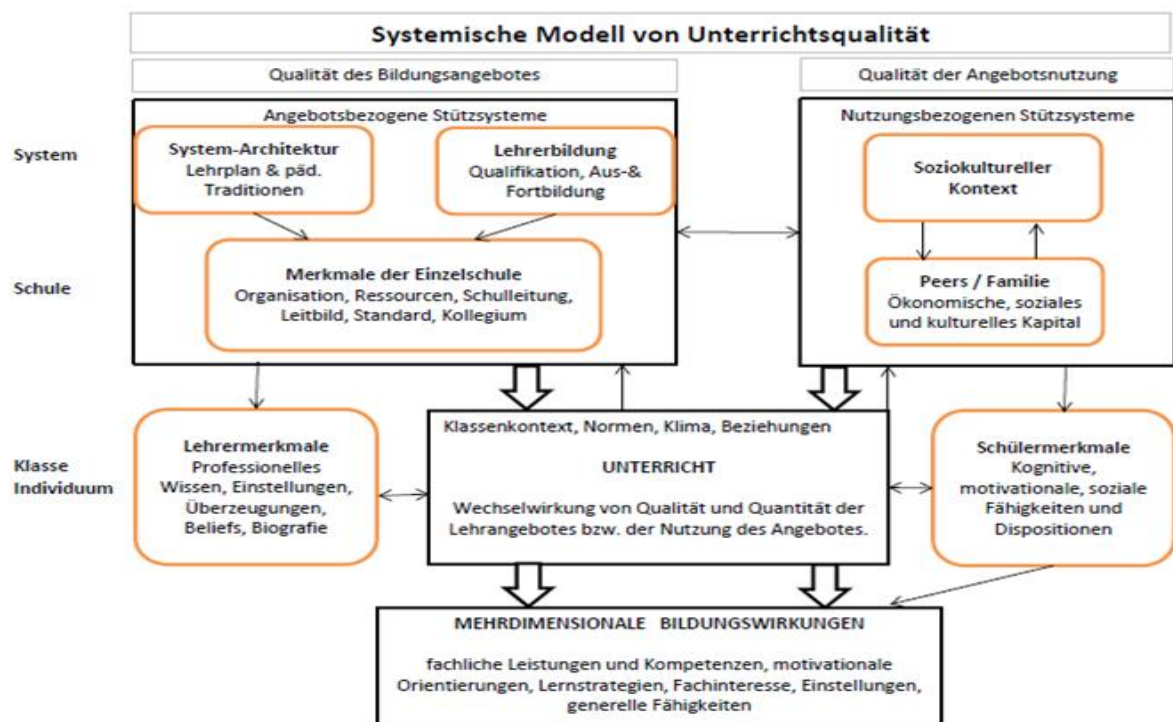
Diverse Verantwortliche für Schulleistungstests und Forschungsprogramme kamen der oben erwähnten Forderung einer gesamtheitlichen Schau nach und fokussierten sich in ihrer Ausrichtung nicht nur auf Leistungsstanderhebungen, sondern nahmen auch Fragen nach Unterrichtsqualität und Rahmenbedingungen mit in ihre Umsetzungspläne auf (vgl. Reusser/Pauli, 2003).

2.3.1 Unterricht im Kontext des Bildungssystems

Reusser und Pauli (2003) haben in einer Videostudie in der Schweiz und sechs weiteren Ländern den Mathematikunterricht untersucht. Dieser Studie lag ein Modell zugrunde, welches das Unterrichtsgeschehen in den Kontext des Bildungssystems einzubetten versuchte. Dieses Modell (vgl. Abb. 13) ist eine Weiterentwicklung und baut auf Vorarbeiten von Cogan und Schmidt (1999), Fend (1998) und Schmidt et al. (1996) auf. Im Modell sind zwei

Stützsysteme dargestellt, welchen die Einflussfaktoren, die auf die Qualität des Lehrens und Lernens im schulischen Kontext wirken, zugeordnet sind.

Abb. 13: Systemisches Modell von Unterrichtsqualität (vgl. Reusser et al., 2003, S. 267)



Die in der oben stehenden Skizze dargestellten und erwähnten Stützsysteme wirken auf verschiedenen Ebenen des Systems „Schule“. Für die vorliegende Arbeit interessiert vorwiegend die Ebene „Klasse und Individuum“, also die Unterrichtsebene.

2.3.1.1 Angebotsbezogene Faktoren

Einerseits wird Unterricht als Angebot an die Schüler und Schülerinnen durch folgende Faktoren beeinflusst (vgl. Reusser/Pauli, 2003, S. 8 f.):

- *Merkmale der Lehrperson (z. B. Kompetenzen, Persönlichkeitsmerkmale, Einstellungen, fachliches Wissen usw.),*
- *Merkmale der Schule (z. B. räumliche Ausstattung, die Zusammensetzung und Zusammenarbeit des Lehrerkollegiums, gemeinsame Zielsetzungen usw.),*
- *die lokalen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen der Schule (Strukturmerkmale des Bildungswesens, wie z. B. die Selektionspraxis, curriculare Vorgaben, zugestandene Finanzen, Rekrutierung, Ausbildung des Lehrpersonals usw.).*

2.3.1.2 Nutzungsbezogene Faktoren

Andererseits hängt der Unterricht jedoch auch von einem zweiten, dem nutzungsbezogenen Stützsystem ab. Es stellt sich dabei die Frage, inwieweit Schüler und Schülerinnen dazu imstande sind, das unterrichtliche Angebot produktiv und lerngewinnbringend zu nutzen. Die

Nutzung des unterrichtlichen Angebots durch die Schülerinnen und Schüler wird durch folgende Faktoren beeinflusst (vgl. Reusser/Pauli, 2003, S. 9):

- *Persönlichkeitsmerkmale der Schüler und Schülerinnen (Vorwissen, Intelligenz, Lernmotivation, Einstellungen, Werthaltungen usw.),*
- *soziokulturelle Merkmale der Familien der Schüler und Schülerinnen sowie der Gruppe der Gleichaltrigen (z. B. soziales und kulturelles Kapital der Familie, elterliche Unterstützung, Freizeitgestaltung, Werte und Normen der Gruppe der Gleichaltrigen usw.),*
- *lokale und gesellschaftliche Kontexte, in denen die Schüler und Schülerinnen aufwachsen (z. B. Stellenwert und Wertschätzung eines Schulfachs und des schulischen Lernens im Allgemeinen, Bedeutung von Schulabschlüssen, Zulassungsbedingungen zu höheren Bildungseinrichtungen, Bildungssysteme usw.).*

Die Qualität des schulischen Lehrens und Lernens im Unterricht und damit auch die Bildungswirkungen werden durch diese Merkmale des Bildungssystems beeinflusst. Bildung umfasst jedoch mehr als bloss das fachliche Wissen in verschiedenen Schulfächern. Unbestritten und mittlerweile von der Kultusministerkonferenz (vgl. KMK, 2004a) bzw. der Deutschschweizer Erziehungsdirektorenkonferenz (vgl. D-EDK, 2010) mittels Kompetenzrastern auch gefordert, soll schulische Bildung neben dem Fachwissen auch überfachliche Kompetenzen, wie z. B. Lernstrategien und Problemlösungsfähigkeiten, fördern, aber auch nachhaltiges Interesse und länger anhaltende Lernmotivation aufbauen.

Damit sich auf der Nutzungsseite bei den Lernenden ein Lerngewinn einstellt, bedarf es der professionellen Kompetenzen und des Professionswissens der Lehrpersonen, wie dies als Merkmal unter den angebotsbezogenen Faktoren ausformuliert ist. Somit ist ein Zusammenspiel, wie dies u. a. Reusser et al. (2003) darstellen (vgl. Abb. 13), gegeben.

Unterrichtsqualität spielt in der Diskussion um Bildungsqualität eine zentrale Rolle. Die folgenden Unterkapitel widmen sich u. a. dem Stichwort der Unterrichtsqualität in Verbindung mit Professionswissen, thematisieren jedoch auch den Forschungsstand.

2.3.2 Stand der Forschung bzgl. Professionswissen und Unterrichtsqualität

Die Forschung, welche sich mit Professionswissen und Unterrichtsqualität auseinandersetzt, hat sich in den letzten Jahren gewandelt. Früher standen primär die Personeneigenschaften der Lehrperson im Mittelpunkt der Forschung. Ziel war es, zu erörtern, welche erzieherische Wirkung die Lehrerpersönlichkeit auf die Schülerinnen und Schüler ausübte. Lernerfolge standen hierbei nicht im Forschungszentrum. Die Forschungsmethode bestand darin, keinerlei externe Beobachtungen einfließen zu lassen. Es wurde Wert auf subjektive Äusserungen seitens der Lehrpersonen selbst gelegt. Da sich die Wahrnehmung von Lehrpersonenmerkmalen teils als einfach, teils als äusserst komplex darstellte, war eine objektive Sichtweise nicht möglich. Somit waren auch die Auswirkungen auf Unterricht und Lernen uneinheitlich

und blieben offen (vgl. Bromme, 1997). Ebenfalls hatte dieser Forschungsansatz keinen Einfluss auf die Unterrichtsqualität einerseits und auf die Lehrerinnen- und Lehrerbildung andererseits. Spätere empirische Forschungsmodelle zielten vermehrt auf Relationen zwischen dem Lehrpersonenhandeln bzw. Unterrichtsmerkmalen und messbaren Wirkungen auf Schülerinnen- und Schülerseite ab. So werden in der Unterrichtsqualitätsforschung verschiedene Aspekte des Lehrerverhaltens als relevante Variablen angesehen. Verschiedenen Modellansätze wurden zur Ermittlung der einzelnen Aspekte gewählt: Das Persönlichkeitsparadigma, der Prozess-Produkt-Ansatz und dessen Erweiterung zum Prozess-Mediations-Produkt sowie das Experten-Novizen-Paradigma (vgl. Borowski et al., 2011, S. 1).

Einsiedler (2009, S. 2) verortete vier Merkmalsbündel, die dank des Professionswissens zur Unterrichtsqualität beitragen. Die folgende Tabelle (vgl. Tab. 5) zeigt diese Merkmalsbündel mit Beispielen auf.

Tab. 5: Merkmalsbündel zur Unterrichtsqualität (vgl. Einsiedler, 2009, 2013)

Merkmale	Beispiele
Instruktionseffizienz	Klassenführung, Time-on-task
Schülerorientierung	Individuelle Unterstützung, Lernbegleitung
Kognitive Aktivierung	Vielfältige und motivierende Aufgabenstellungen
Klarheit und Strukturierung	Sequenzierung, Verständlichkeit

Anhand dieser Merkmalsbündel lassen sich Prinzipien für den Unterricht, wie Visualisierung, Strukturierung und Aktivierung, ableiten (vgl. Einsiedler 2013, S. 10 f.).

In der Folge geht es um eine kurze Skizzierung der wesentlichen Unterrichtsforschungsansätzen, aus welchen sich dann Faktoren für Lernerfolg und guten Unterricht ableiten lassen.

2.3.2.1 Persönlichkeitsparadigma

Das Persönlichkeitsparadigma war die vorherrschende Modellvorstellung in den 1950er- und 1960er-Jahren. Es wurden Merkmale positiver Lehrerpersönlichkeiten gesucht, ohne auf direkte Unterrichtsbeobachtungen zurückzugreifen. (vgl. Bromme, 1997). Die Ergebnisse dieser Untersuchungen zeigten nur schwache Zusammenhänge zwischen Lehrerpersönlichkeit und Schulleistungsunterschieden und sie erwiesen sich zudem entweder als trivial (vgl. Helmke, 2009) oder als sehr komplex (vgl. Bromme, 1997). Die Frage nach den Auswirkungen der Personeneigenschaften auf den Unterricht und das Lernen blieb jedoch unbeantwortet (vgl. Bromme, 1997). Bei den untersuchten Persönlichkeitsaspekten handelte es sich mehrheitlich um Temperamentsmerkmale, die sich durch gezielte Fortbildungsmassnahmen nicht leicht verändern liessen (vgl. Krauss et al., 2008b).

2.3.2.2 Prozess-Produkt-Paradigma

In dieser empirischen Untersuchungsform konzentrierte man sich, wie bereits oben erwähnt, auf die Herstellung von Relationen zwischen dem Unterricht mit seinen Merkmalen und den Auswirkungen auf die Leistung der Lernenden, ihre Einstellungen, aber auch Kompetenzen. Im Zentrum stand eine systematische Unterrichtsbeobachtung, um Wesentliches im Ablauf von Unterricht zu identifizieren. Eder (1996) und Rosenshine et al. (1986) haben aus dem im Mittelpunkt stehenden Unterrichtsprozess zwei wesentliche Schwerpunkte abgeleitet. Einerseits sind es die Interaktionen im Klassenraum und das Unterrichtsklima (vgl. Eder, 1996), andererseits das Instruktionsverhalten und die Unterrichtsführung (vgl. Rosenshine et al. 1986). Rosenshine fasste die identifizierten Unterrichtsqualitätsmerkmale unter dem Begriff der „direct instruction“ zusammen. Dazu zählen unter anderem: intensive Zeitnutzung, Lernzieltransparenz, Sequenzierung von Unterrichtsinhalten in überschaubare Einheiten, genügend Übungsgelegenheiten und Lernfortschrittskontrollen (vgl. Clausen, 2002).

2.3.2.3 Prozess-Mediations-Produkt-Modell

Das oben beschriebene Modell wurde in der Folge zum Prozess-Mediations-Produkt-Modell erweitert, indem Erkenntnisse aus der Kognitionsforschung und konstruktivistische Sichtweisen des Wissenserwerbs hinzugezogen wurden. Die kognitiven Verarbeitungsprozesse bekamen eine wichtige Funktion, aber auch Lernstrategien und Selbstregulation des Lernens bei Schülerinnen und Schülern sind zu zentralen Begriffen geworden (vgl. Baumert/Köller, 2000b).

2.3.2.4 Experten-Novizen-Forschung

Der dritte Ansatz ist eine nochmalige Weiterentwicklung aus den bereits beschriebenen Modellen. Erfolgreiche Lehrpersonen wurden identifiziert und ihr Unterricht analysiert. Es geht dabei um eine Synthese des Persönlichkeitsparadigmas und des Prozess-Produkt-Paradigmas (vgl. hierzu das Unterkapitel Prozess-Produkt-Paradigma 2.3.2.2). Dabei wurde festgestellt, dass Unterschiede zwischen den Experten und den Novizen bestehen. Experten speichern ihr Wissen in Form von zielorientierten und zielgerichteten Handlungsplänen und -mustern ab. Das bedeutet, dass diese sogenannten „curriculum scripts“ (vgl. Krauss et al., 2008a) geeignete Beispiele, aber auch Hinweise auf mögliche Schülerschwierigkeiten, welche aus den unterrichteten fachlichen Inhalten hervorgehen können, beinhalten. Somit ist der Handlungsspielraum eines Experten im Unterrichtskontext hoch und vielfältig. Die Novizen hingegen speichern anders ab. Es sind vorwiegend isolierte Blöcke, die im Vordergrund stehen. Da ein Novize somit stärker auf eine Situationswiedererkennung, wo das Wissen erworben wurde, angewiesen ist, bleibt der Handlungsspielraum unter Umständen eingeschränkt und klein.

Bei all diesen Forschungsarbeiten rückt die Lehrperson mit ihrem Professionswissen vermehrt ins Zentrum (vgl. Schwippert, 2001). Zusätzliche Erkenntnisse aus den fachspezifischen Lernschwierigkeiten der Schülerinnen und Schüler gewinnen an Bedeutung und werden in der Literatur als Fehlkonzepte, Misskonzepte oder dergleichen beschrieben (vgl. Müller et al., 2004). Oelkers (1996, S. 46)⁶ hebt in diesem Zusammenhang in seinem verfassten Report der National Commission on Teaching and America's Future als zentrale Botschaft heraus, „... dass, das Wissen und Können der Lehrkräfte der bedeutendste Faktor im Hinblick auf das Lernen der Schülerinnen und Schüler sei ...“.

Losgelöst von den beschriebenen Forschungsmodellen, gehen zwei weitere Ansätze in diese Richtung: einerseits die Hattie-Studie (vgl. Hattie, 2009), andererseits Helmkes Studie zu Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität (vgl. Helmke, 2009).

2.3.3 Professionswissen und Unterrichtsqualität in der Hattie-Studie

Die Hattie-Studie (benannt nach John Hattie) befasst sich unter anderem mit Faktoren, welche den Lernerfolg beeinflussen können. Die Studie zählt zu den grössten Untersuchungen im Bereich der Unterrichtsforschung. Die meisten der 138 analysierten Faktoren innerhalb der Studie fallen in den Bereich des Unterrichts. Es sind deren 49, gefolgt vom Bereich Schule mit 28 Faktoren und Curriculum mit 25 Faktoren. Die an der Schule beteiligten Personen, wie Lehrende, Lernende und Erziehungsberechtigte, vereinen insgesamt 36 Faktoren (vgl. Steffens et al., 2012). Anhand einer grossen Rundschau über mehrere Unterrichtsforschungsstudien und der Frage „What works best“? hat Hattie wirkungsmächtige und unwirksame Einflussfaktoren für Unterricht und Lernen identifiziert. Die Wirksamkeit dieser Einflussgrössen auf Lernprozesse sind in Hatties Werk „Visible Learning“ beschrieben. Mit dem „Sichtbarmachen“ ist gemeint, „... Lernprozesse erkennbar, thematisierbar, einsehbar, belegbar, einsichtig und verhandelbar ...“ (Steffens et al., 2012, S. 4) zu machen.

Für Hattie (2009, S. 26) ist erfolgreiches Lehren und Lernen im Schulzimmer dann gegeben, wenn folgende Wechselwirkung eintritt:

„... je mehr der Lernende dabei selbst zum Lehrenden und der Lehrende zum Lernenden wird, desto erfolgreicher verlaufen die Lernprozesse ...“ (Steffens et al., 2012, S. 5).

Dieses erkennbare Unterrichten und Lernen wiederum kann stattfinden, wenn:

- *das aktive Lernen jedes einzelnen Lernenden das explizite Ziel ist,*
- *es angemessen herausfordert,*
- *der Lehrer und der Schüler (auf ihren unterschiedlichen Wegen) überprüfen, ob und auf welchem Niveau die Ziele auch wirklich erreicht werden,*
- *es eine bewusste Praxis gibt, die auf eine gute Qualität der Zielerreichung gerichtet ist,*
- *Feedback gegeben und nachgefragt wird und*
- *aktive, leidenschaftliche und engagierte Menschen am Akt des Lernens teilnehmen.*

⁶ In: Terhart, E. (2002): „Standards für die Lehrerbildung. Eine Expertise für die Kultusministerkonferenz“.

Hatties Lernmodell fordert ein ausgewogenes Verhältnis von Lernaktivitäten auf den Ebenen von Oberflächen- und Tiefenstrukturen einerseits, andererseits aber auch eine intensive Ausrichtung auf das erfolgreiche Konstruieren von Wissenstheorie und Praxisbezug. Somit ist das Professionswissen angesprochen, da es sich um fachdidaktische und fachliche Überlegungen handelt.

Ein Lernerfolg kann sich nur dann einstellen, wenn zusätzlich zur Wissenskonstruktion auch die Möglichkeit von Re-Konstruktion und Ko-Konstruktion besteht. Ist dies gewährleistet, dann kann eine Verankerung von Fakten, Verstehensmodellen und Denkstrategien stattfinden. Somit besteht für die Lehrperson die grosse Herausforderung, Lernarrangements und Lernsituationen zu schaffen, die ein wirkliches tiefes Verstehen und Erfassen von Sachverhalten und Zusammenhängen ermöglichen. Biggs und Collins (1982) legten mit den vier Ebenen des Lernens die Grundlage für Hatties Lernmodell (vgl. Steffens et al., 2012, S. 6):

1) Faktenwissen

Vertraut werden mit der Disziplin, dem Fach, dem Thema und in ihr/ihm Probleme lösen.

2) konzeptuelles Wissen

Erkennen von Zusammenhängen zwischen Elementen in einer grossen Struktur.

3) prozedurales Wissen

Kenntnisse und Anwendung von Methoden.

4) meta-kognitives Wissen

Selbstreflexives Anwenden des Wissens über das Verstehen.

Hattie (2009, S. 29) kommentiert diese vier Ebenen wie folgt:

„... the process is a journey from ideas to understanding to constructing and onwards. It is a journey of learning, unlearning, and overlearning“ (Steffens et al., 2011, S. 5).

Die Unterrichtsqualität ist demnach massgebend für die Wirksamkeit des Unterrichts und des Lernerfolgs. Somit steht die Lehrperson im Mittelpunkt des Geschehens. Der Lehrperson wird eine aktive Rolle zugeschrieben. Sie muss die unverzichtbaren Grundbedingungen für schulisch organisiertes Lernen berücksichtigen, damit sich nebst der Wirksamkeit auch ein Lernerfolg bei den Schülerinnen und Schülern einstellen kann. Diese Grundbedingungen wurden von Klieme et al. (2007, S. 131) als die Basisdimensionen des Lehrerhandelns bezeichnet. Es handelt sich um folgende drei Dimensionen:

1. *strukturierte, klare und störungspräventive Unterrichtsführung,*
2. *unterstützendes, schülerorientiertes Sozialklima,*
3. *kognitive Aktivierung, damit sind als Möglichkeiten gemeint: ein genereller diskursiver Umgang mit Fehlern, aber auch, je nach fachlichem Kontext, z. B. die Nutzung von Experimenten im Physikunterricht, herausfordernde und offene Aufgabenstellungen in der Mathematik.*

Diese drei Basisdimensionen von Lehrerhandeln nach Klieme et al. haben einen Bezug zum bzw. stimmen sogar überein mit dem von Deci und Ryan (1985) propagierten Konzept der direkten Instruktion und der Selbstbestimmungstheorie, aber auch dem Konzept der „kognitiven Aktivierung“ nach Mayer (vgl. Meyer, 2004).

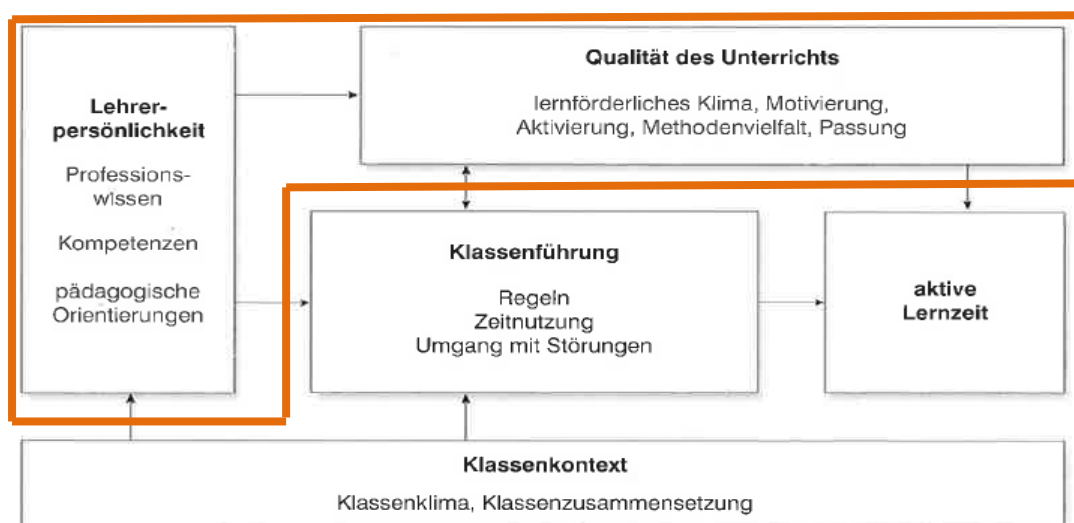
Hattie definiert aufgrund seiner Studie und den oben erwähnten Basisdimensionen noch eine vierte Dimension, welche in ihrer Ausprägung entscheidend zur Unterrichtsqualität und zum Lernerfolg beiträgt. Das evaluationsorientierte Handeln, so die Bezeichnung dieser vierten Dimension (vgl. Steffens et al., 2012, S. 7), ist darauf ausgerichtet, alle verfügbaren Informationen, welche Auskunft über Lernmöglichkeiten, Lernstand, Lernprozesse und Lernerträge der Schülerinnen und Schüler liefern, in diagnostischer Absicht zu nutzen und allenfalls für ein förderliches Lehrerverhalten einzusetzen. Die folgenden Leitfragen sind für Hattie (2009) im Zusammenhang mit einer Diagnose wegweisend: „Where are you going? How are you going? Where to next?“ (Steffens et al., 2011, S. 7).

Als Zwischenfazit kann aufgrund der Analyse zum Themenbereich Professionswissen und Unterrichtsqualität Folgendes aus der Hattie-Studie zitiert werden: „... Schulen sind folglich hauptsächlich dadurch wirksam, dass an ihnen erfolgreiche Lehrpersonen unterrichten. The message is [...] that some teachers matter more than others! [...]“ (Hattie, 2009, S. 72). Man könnte auch zugespitzt formulieren: Ohne gute Lehrpersonen keine guten Schulen (vgl. Steffens et al., 2012, S. 8).

2.3.4 Professionswissen und Unterrichtsqualität nach Helmke

Helmke (2009) schafft seinen Bezug zwischen Professionalität bzw. Professionswissen und Unterrichtsqualität anhand eines theoretischen Rahmenmodells. Die unten stehende Abbildung (vgl. Abb. 14) zeigt dieses Modell und bildet einen Teilbereich aus dem Angebots-Nutzungs-Modell zur Unterrichtswirksamkeit ab, welches generell dem Forschungsprojekt zugrunde liegt (vgl. Kapitel 1).

Abb. 14: Wirkungsgeflecht der Klassenführung (vgl. Helmke, 2009)



Anhand des Modells wird verdeutlicht, wie Helmke die Bezüge zwischen der Lehrerpersönlichkeit und der Unterrichtsqualität herstellt und in welchen zentralen Bereichen Wechselwirkungen bestehen. In der Folge geht es um einzelne Aspekte der Bezugsherstellung bzw. der Wechselwirkungen und die Rolle des Professionswissens und der professionellen Kompetenzen. Ein erstes zentrales Stichwort für Helmke ist jenes der Lehrerpersönlichkeit. Helmke (2009):

„... Mit ‚Lehrerpersönlichkeit‘ sind relativ überdauernde, stabile Merkmale der Lehrperson gemeint (sogenannte traits), was jedoch ihre Veränderung durch Lernen, Training und Fortbildung nicht ausschließt. [...] Zum einen wird von Wissen, Kompetenzen und Expertise gesprochen; daneben geht es aber auch um andere unterrichtsrelevante Merkmale der Lehrperson, wie z. B. Engagement und Humor“ (Helmke, 2009, S. 113ff).

In der Definition der Lehrermerkmale beschreitet Helmke keine neuen Wege, sondern lehnt sich an Definitionen und Umschreibungen anderer Erziehungswissenschaftler an. Er verwendet in seiner Kategorisierung vier Gruppen (vgl. Helmke, 2009, S. 113 ff.):

Wissen und Expertise: Darunter sind die Klassifikation und die Unterteilung von Shulman (1986) in Fachwissen in dem zu unterrichtenden Fach, fachübergreifendes pädagogisches Wissen, fachspezifisches (fachdidaktisches) Wissen zu verstehen. Zu dieser Dreiteilung kommen noch das curriculare Wissen (Logik des Lehrplanaufbaus) und die Philosophie des Schulfachs hinzu.

Lehrerpersönlichkeit: Lange Zeit stand die Lehrerpersönlichkeit im Windschatten anderer Forschungszweige (Expertiseforschung). Zunehmend liegt das Schwergewicht auf unterrichtsrelevanten Merkmalen der Lehrperson, die als Kern der Professionalisierung bezeichnet werden können. Als wichtige Elemente seien die Selbstreflexionsfähigkeit und die epistemologischen Überzeugungen erwähnt. Helmke (2009, S. 113) spricht diesbezüglich vom „[...] teacher as reflective practitioner [...]“. Die erwähnten Merkmale und Elemente zielen ebenfalls in diese Richtung (vgl. Helmke, 2009, S. 114).

Schlüsselkompetenzen für das Unterrichten: Weinert (2001) hat vier unterrichtsrelevante Schlüsselkompetenzen unterschieden, in welchen eine Lehrperson kompetent sein sollte, um einen lernertragreichen Unterricht zu gestalten: die Fachkompetenz, die didaktische Kompetenz, die Klassenführungskompetenz und die diagnostische Kompetenz.

Standards: In Bezugnahme auf die Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz (KMK, 2004a) sind es die Lehrerkompetenzen nach Terhart und Oser (vgl. Terhart, 2002), welche zu diesen Standards zählen. Es sind erwartete Kompetenzen, welche eine Lehrperson für erfolgreiches Unterrichten mitbringen sollte.

Eine weitere detailliertere Ausführung und Abhandlung der erwähnten Ansätze würde an dieser Stelle zu weit führen. Zusammenfassend kann Folgendes festgehalten werden: Zentral für eine hohe Unterrichtsqualität sind die folgenden unterrichtsrelevanten Merkmale:

„[...] Fachwissen im Sinne von Shulman und Fachkompetenz im Sinne Weinerts [...] Weinerts Kompetenzbereiche ‚Fachdidaktik‘ und ‚Klassenführung‘ [...] Wissen im engeren Sinne (deklaratives Wissen) [...]“

Elemente unterrichtlichen Könnens im Klassenzimmer (prozedurales Wissen, Können, Handlungsrouinen [...])“ (Helmke, 2009, S. 114).

Aus den oben beschriebenen Unterkapiteln geht hervor, dass Professionswissen wie auch professionelle Kompetenzen eng verknüpft sind mit Schulqualität. Zentrale Punkte, die eine hohe Professionalität ausmachen, sind letztendlich auch zentrale Punkte, die zu einer hohen Unterrichtsqualität beitragen.

Nach der Auslegeordnung der beiden zentralen Begrifflichkeiten des Professionswissens und der professionellen Kompetenzen im Kontext des Bildungssystems, geht es im folgenden Unterkapitel darum, eine Anbindung der beiden Begrifflichkeiten zu internationalen Forschungsstudien zu gewährleisten.

2.4 Professionelle Kompetenzen und Professionswissen in internationalen Forschungsprogrammen

In den Erziehungswissenschaften als auch in den Fachdidaktiken wird stets über Form und Inhalte von Lehrerausbildung bzw. -fortbildung diskutiert. Es werden Standards entwickelt, welche das für den Unterricht vermeintlich notwendige Wissen umschreiben. Im Mittelpunkt steht dabei die Frage, welches Wissen benötigt und wie es für den Unterricht wirksam wird, das heisst, wie die Schülerinnen und Schüler mit Erfolg lernen können. Die Beantwortung dieser Frage ist eher schwierig, da die Verbindung zwischen dem Wissen einer Lehrperson und seinem Handeln bis dato nur wenig erforscht ist. Das Wissen in einer Profession (hier Lehrberuf) selbst ist einfach zu erfassen. Shulman (1986, 1987) hat Wissen kategorisiert und das Professionswissen einer Lehrperson in sieben Bereiche unterteilt (vgl. Unterkapitel 2.2.2). Drei dieser Bereiche (Fachwissen, fachdidaktisches Wissen und pädagogisches Wissen) sind aktuelle Themen in der unterrichtlichen Bildungsforschung (vgl. Reusser/Pauli, 2003) sowie in der Debatte um die Unterrichtsqualität (vgl. Helmke, 2009).

Im Zusammenhang mit der Ausbildung von Lehramtsstudierenden stand für ein Projekt die Frage „Was zeichnet eine kompetente Lehrkraft aus? im Zentrum. Die Antwort ist für die Ausbildung zentral. Aufgrund empirischer Untersuchungen konnte nachgewiesen werden, dass das Professionswissen von Lehrkräften eine wichtige Rolle für die Unterrichtsqualität und auch für den Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler spielt (vgl. Kleickmann et al., 2013). Das Projekt „Messung professioneller Kompetenzen in mathematischen und naturwissenschaftlichen Lehramtsstudiengängen“ (KiL) in den Jahren 2011 bis 2013 setzt bei der Entwicklung entsprechender Instrumente für die Erfassung des Professionswissens an. Um in den Untersuchungen mit den Instrumenten auch Lernfortschritte der Studierenden erfassen zu können, wurde ein breites Spektrum an Wissensfacetten und -niveaus bei der Entwicklung von Testitems zu den drei gängigen Wissensbereichen des Professionswissens abgedeckt. Das Projekt KiL orientierte sich bei der Entwicklung der Test einerseits an den Standards für die Lehrerbildung der KMK (vgl. KMK, 2004a), andererseits an Theorien zum

Fachwissen, zum fachdidaktischen und pädagogischen Wissen (vgl. Kleickmann et al., 2013, S. 3). Erste Befunde dieser Studie zeigen, dass das Zusammenspiel aller drei Wissensbereiche gegeben sein muss, um eine Lehrkraft als kompetent zu bezeichnen (vgl. Loch et al., 2014, S. 759 ff.).

Die folgenden Ausführungen zeigen weitere explizite Studien im Bereich der Kompetenz- und Professionsforschung auf. Es sind Studien, die meist international Beachtung gefunden haben und sich vorwiegend mit Professionswissen und professionellen Kompetenzen der Lehrpersonen auseinandersetzen.

Nebst den zwei beschriebenen Studien, TEDS (vgl. Unterkapitel 2.4.1) und COACTIV (vgl. Unterkapitel 2.4.2) wird noch eine dritte Studie (vgl. Unterkapitel 2.4.3) dargestellt, welche sich mit den Lernprozessen im Physikunterricht befasst. Diese Studie ist an Fortbildungssequenzen gekoppelt und wird wie folgt zusammengefasst: Die Fähigkeit von Lehrpersonen zur Diagnose, Gestaltung und Förderung von Lehr-/Lernprozessen wird in einer Fortbildung erweitert und der Effekt im Physikunterricht nachgewiesen. Auf der Basis des handlungstheoretischen Modells von Wahl (2002) wird, u. a. durch Videoanalyse und -feedback, die Unterrichtspraxis der Lehrenden empirisch überprüft und theoriegeleitet weiterentwickelt. Die Optimierung von Lernprozessen der Schülerinnen und Schüler orientiert sich an der Theorie der Basismodelle nach Oser und Baeriswyl (2001). Auf der Grundlage dieser Theorie werden Unterrichtshandlungen erfasst und bezüglich beabsichtigter und stattfindender Lernprozesse untersucht. Die gemessenen Effekte lassen Schlussfolgerungen für die Optimierung des Physikunterrichts und für die Gestaltung von Lehrerfortbildungen zu (vgl. Trendel et al., 2008).

2.4.1 TEDS-Studien

Die TEDS-Studien⁷ befassen sich mit der Wirksamkeit der Ausbildung von Mathematiklehrpersonen auf der Grundstufe einerseits, andererseits aber auch auf der Sekundarstufe. TEDS steht für Teacher Education and Development Study.

2.4.1.1 Einordnung und Ziel der Studie

TEDS-M ist die erste international vergleichende empirische Studie der IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement) zur Lehrerbildung. Die Studie untersucht die Wirksamkeit der Lehrerbildung für die Primar- bzw. Grundstufe sowie die Sekundarstufe I mit dem Fachbereich Mathematik im Zentrum. Die im Fokus stehende Problemstellung geht der Frage nach, wie gut angehende Mathematiklehrpersonen im Verlaufe

⁷ Es gibt mittlerweile eine Vielzahl von TEDS-Studien. TEDS-M mit einer Laufzeit von 2006–2010; TEDS-FU (Follow-up), Laufzeit: 2010–2013; TEDS-LT (learning to teach), Laufzeit: 2008–2012; TEDS-Telekom (Effektivität innovativer Projekte der Mathematiklehrausbildung im Kernfach Mathematik), Laufzeit: 2008–2012 (vgl. Blömeke et al., 2009).

der Ausbildung auf die Berufstätigkeit vorbereitet werden. Mit TEDS-M soll ein ganzer Fragenkomplex (vgl. Tab. 6) rund um die Lehrerbildung im Fach-bereich Mathematik beantwortet werden. Folgende Fragestellungen stehen im Zentrum von TEDS-M.

Tab. 6: Fragestellungen in TEDS-M (vgl. Blömeke, 2009)

<i>Welche Wissensstrukturen, welches Wissensniveau und welche subjektiven Überzeugungen bezüglich des Mathematikunterrichts erwerben die künftigen Mathematiklehrpersonen im Verlaufe der Ausbildung?</i>
<i>Von welchen individuellen Bedingungen hängen die mathematischen und fachdidaktischen Kompetenzen sowie die Überzeugungen der künftigen Mathematiklehrpersonen ab?</i>
<i>Welche institutionellen Bedingungen lassen sich identifizieren? Wie sind diese mit dem Wissen und den Überzeugungen der angehenden Mathematiklehrpersonen verbunden?</i>
<i>Welche Unterschiede zeigen sich in den mathematischen Kompetenzen und Einstellungen der angehenden Mathematiklehrpersonen zwischen</i> <i>a) der Primarstufe und der Sekundarstufe I und</i> <i>b) im internationalen Vergleich?</i>
<i>Inwiefern unterscheiden sich die Kompetenzen und Überzeugungen künftiger Mathematiklehrpersonen zu Beginn und am Ende der Ausbildung?</i>

Aus der oben stehenden Auflistung (graue Einfärbung) wird ersichtlich, dass sich TEDS-M stark mit den professionellen Kompetenzen und dem Professionswissen von Lehrpersonen auseinandersetzt. Auf eine weitere Darlegung von konzeptuellen Überlegungen⁸ wird an dieser Stelle verzichtet, da sie für die vorliegende Arbeit nicht relevant sind. Der folgende Abschnitt widmet sich der inhaltlichen Ausrichtung von TEDS-M, den professionellen Kompetenzen.

2.4.1.2 Professionelle Kompetenzen in TEDS-M

Blömeke et al. (2014) betonen in Bezug auf die Expertiseforschung die grosse Bedeutung einer umfassenden Wissensbasis für das erfolgreiche Unterrichten und Ausüben des Lehrberufes. Fachliches wie auch fachdidaktisches Wissen gelten als zentrale Elemente und Indikatoren für professionelle Kompetenzen. TEDS-M widmet sich den professionellen Kompetenzen von angehenden Lehrpersonen. Im Zentrum steht die Frage, ob angehende Mathematiklehrpersonen über ausreichende professionelle Kompetenzen verfügen, um einerseits den Unterricht erfolgreich vorbereiten, durchführen und auswerten zu können und andererseits damit möglichst günstige Lernbedingungen für die Schülerinnen und Schüler zu schaffen. Die nachfolgende Abbildung (vgl. Abb. 15) verdeutlicht, was unter diesen professionellen Kompetenzen zu verstehen ist oder subsummiert wird.

⁸ Siehe auch die folgende URL: www.teds-m.ch [Stand: 06.01.2016].

Abb. 15: Grafische Darstellung der professionellen Kompetenzen in TEDS-M (vgl. Blömeke, 2009)

Die Wissensbereiche Mathematik, Didaktik der Mathematik und Erziehungswissenschaften sowie subjektive Überzeugungen, Werthaltungen und selbstregulative Fähigkeiten werden bei TEDS-M als grundlegende Voraussetzungen für die Entwicklung professioneller Handlungskompetenzen von Mathematiklehrpersonen erachtet. Der Bereich der subjektiven Überzeugungen und Werthaltungen beinhaltet die Erfassung von affektiv-motivationalen Variablen zum Lernen und Unterrichten von Mathematik. Für eine erfolgreiche Bewältigung von beruflichen Anforderungen im Mathematikunterricht sind im Bereich des Professionswissens die in der folgenden Tabelle (vgl. Tab. 7) aufgelisteten Punkte relevant (vgl. Blömeke, 2009, S. 190).

Tab. 7: Professionswissensbereiche TEDS-M (vgl. Blömeke, 2009)

Fachwissen in Mathematik: (mit Fokus auf Schulmathematik) 1. Mathematische Themengebiete (z. B. Arithmetik, Algebra, Geometrie), 2. Kognitive Prozesse (z. B. Wissen, Anwenden, Begründen), 3. Niveau des mathematischen Wissens.
mathematisch-didaktisches Wissen: 1. Curriculares Wissen (z. B. Lernziele auswählen), 2. Planung von Mathematikunterricht (z. B. Planung von Schüleraktivitäten, Sequenzierung des Lernprozesses), 3. Durchführung von Mathematikunterricht (z. B. Analysieren von typischen Schülerfragen, Bewertung von Schülerleistungen).
pädagogisch-psychologisches Wissen: <ul style="list-style-type: none"> • Es erfolgt in zentralen berufsspezifischen Bereichen. • Es handelt sich vorwiegend um unterrichtsbezogene Aufgaben, anhand derer Kompetenzen in konkreten Situationen angewandt werden sollen.

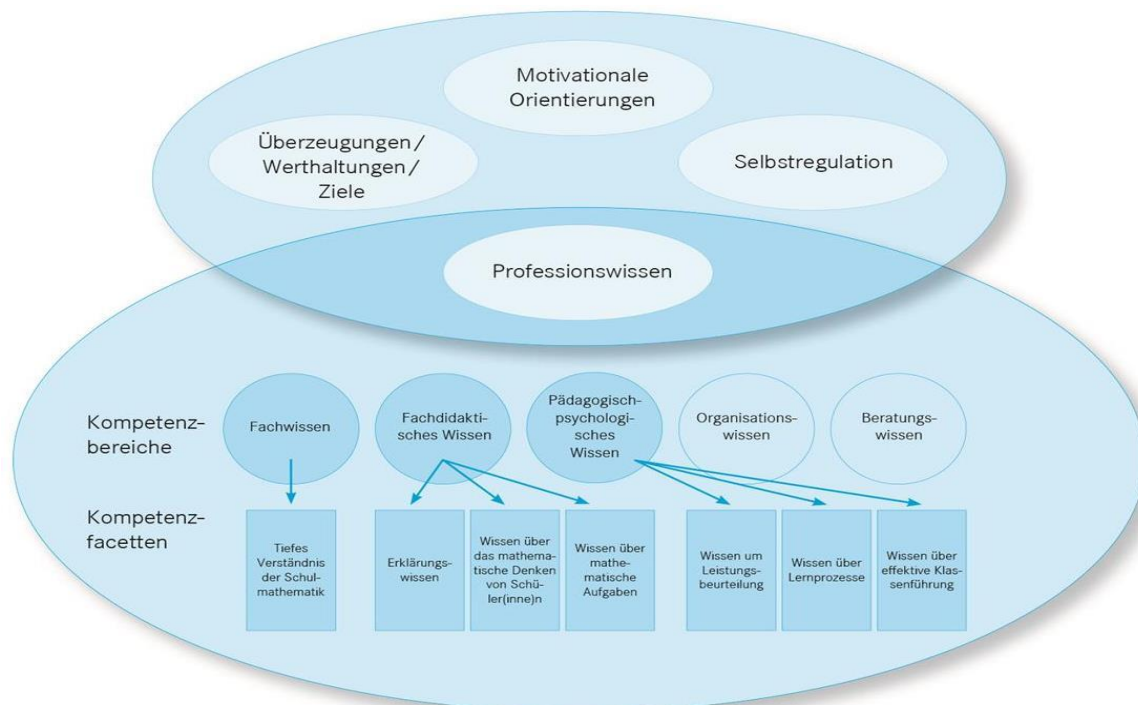
Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass Lehrpersonen gerüstet sind, für eine erfolgreiche Vermittlung von mathematischem Wissen und eine Erreichung der professionellen Kompetenzen im Fachbereich Mathematik. Ausführlichere Aussagen und weiterführende Angaben zu den Ergebnissen aus TEDS-M finden sich unter folgender URL: http://www.teds-m.ch/download/Medienmitteilung_100414.pdf [Stand: 06.01.2016].

2.4.2 COACTIV-Forschungsprogramm

Eine zweite zentrale Studie, welche sich mit den professionellen Kompetenzen und Professionswissen auseinandergesetzt hat, ist das COACTIV⁹-Forschungsprogramm.

In theoretischen Arbeiten wird die Bedeutung von professionellen Kompetenzen bei Lehrpersonen für einen erfolgreichen Unterricht vielfach betont (vgl. Bromme, 1997; Shulman, 1986). Jedoch liegen hierzu bisher nur wenige empirische Befunde vor. Das Projekt COACTIV ist eine der ersten Studien im deutschsprachigen Raum, in der verschiedene Aspekte der Lehrerkompetenz direkt erfasst wurden und zwar primär für das Fach Mathematik. Baumert et al. (2006) haben für ihre Studien ein Modell zur professionellen Kompetenz entwickelt (vgl. Abb. 16). Das Modell spiegelt einerseits das Grundmodell (vgl. Abb. 1) wider, welches dieser Arbeit zugrunde liegt, andererseits greift es jene Begrifflichkeiten und Professionswissensdimensionen auf, wie sie Shulman (1986) beschrieben hat.

Abb. 16: Modell zur professionellen Kompetenz (vgl. Baumert et al., 2006)



⁹ COACTIV steht für: Professionswissen von Lehrpersonen, **kognitiv aktivierender** Mathematikunterricht und die Entwicklung von mathematischer Kompetenz.

Das Können von Lehrpersonen ist ein zentrales und wichtiges Thema im Rahmen der empirischen Bildungsforschung und in den Debatten der aktuellen Bildungspolitik. Baumert et al. (2006) schicken als Ausgangspunkt ihrer Studie die Annahme voran, dass eine erfolgreiche Lehr- und Unterrichtstätigkeit bzw. die Fähigkeit dazu weniger eine Folgeerscheinung des individuellen Talents als vielmehr das Ergebnis eines bewussten professionellen Entwicklungsprozesses ist.

Wenn es darum geht, die Spezifikation beruflicher Voraussetzungen bzw. deren Veränderbarkeit zu deklarieren, wird oft der Begriff der Kompetenz verwendet. In der Definition des Begriffes der Kompetenz geht es um die persönlichen Voraussetzungen, welche zu einer erfolgreichen Bewältigung von spezifischen und situativen Anforderungen beitragen. Klieme und Leutner (2006) sprechen davon, dass Kompetenzen erlern- und vermittelbar sind.

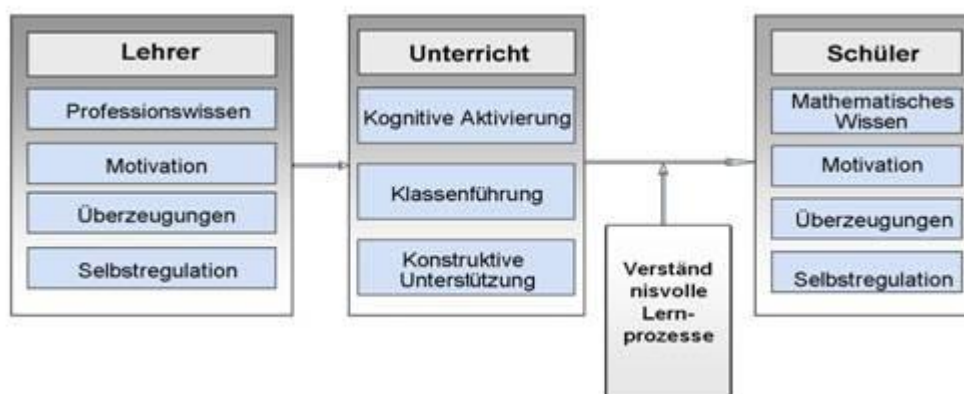
Weinert (2001) prägte den Begriff der professionellen Kompetenz bzw. der professionellen Handlungskompetenz, indem er den Kompetenzgedanken auf die Bewältigung beruflicher Herausforderungen, aber auch Anforderungen übertrug.

Dem Projekt COACTIV liegt dieses Verständnis professioneller Kompetenz zugrunde. Als Forschungsgegenstand stehen in COACTIV verschiedene Aspekte beruflicher Kompetenz von Lehrpersonen im Zentrum (vgl. Baumert et al., 2010).

Die Kernaufgabe des Lehrerberufs ist der tägliche Unterricht. Vor allem hier wird von Lehrpersonen Engagement und Flexibilität verlangt. Professionelles Lehrerhandeln zeichnet sich durch ein reichhaltiges Repertoire an Handlungsmöglichkeiten und professionellen Kompetenzen aus.

In COACTIV wurde untersucht, welche persönlichen Merkmale der Lehrpersonen die Voraussetzungen für solch professionelles Handeln sind. Dabei wurden Aspekte des Professionswissens, Überzeugungen, motivationale Orientierungen und selbstregulative Fähigkeiten unterschieden und untersucht, inwieweit diese Merkmale eine Bedeutung für das unterrichtliche Handeln von Lehrpersonen haben. Die nachstehende Abbildung (vgl. Abb. 17) zeigt das Zusammenspiel und die gegenseitige Abstimmung der einzelnen Aspekte.

Abb. 17: Wirkung von professioneller Kompetenz der Lehrperson auf Unterricht und Lernende (vgl. Kunter et al., 2011)



Theoretischer Ausgangspunkt für die Arbeit war die Annahme, dass qualitativer Mathematikunterricht Schülerinnen und Schülern die Gelegenheit zu verständnisvollem Lernen, d. h. zur aktiven und selbstständigen Auseinandersetzung mit den Lerngegenständen, bieten sollte (Meyer, 2004; Turner et al., 1998). Damit verbunden war die Frage nach einer erfolgreichen Unterrichtsgestaltung.

Für den Mathematikunterricht haben sich vor allem folgende grundlegende Merkmale für eine gehaltvolle Unterrichtsgestaltung als relevant herausgestellt (vgl. Ditton, 2006; Helmke, 2003):

- *Um die in Lernsituationen zur Verfügung stehende Zeit optimal zu nutzen, ist eine effektive Strukturierung der Unterrichtsstunden bzw. Lektionen notwendig, bei der möglichst wenig Zeitverlust durch Störungen der Interaktion entstehen (Klassenführung).*
- *Instruktionsprozesse lassen sich im Hinblick auf ihr Potenzial zur kognitiven Aktivierung beschreiben und können nach dem Grad der konstruktiven Unterstützung differenziert werden. Dahinter verbergen sich Überlegungen, inwieweit Lernende zur aktiven Auseinandersetzung mit den Lerninhalten angeregt werden können und wie Lehrende die Lernenden beim Lernen respektvoll und fördernd begleiten.*

Diese Merkmale lassen, wenn auch nicht offensichtlich, Aspekte des Professionswissens erkennen, einerseits Aspekte des pädagogischen Wissens (Klassenführung) und andererseits fachdidaktische Aspekte.

Den Unterricht nach diesen Gesichtspunkten zu gestalten, ist eine anspruchsvolle Aufgabe. In COACTIV wird davon ausgegangen, dass persönliche Voraussetzungen der Lehrpersonen, nämlich Aspekte ihrer professionellen Kompetenz, entscheidend dafür sind, wie gut die Bewältigung dieser Aufgabe gelingt (vgl. Kunter et al., 2009).

2.4.2.1 Aspekte der professionellen Kompetenzen von Lehrpersonen

In COACTIV werden Professionswissen, Überzeugungen und motivationale Orientierungen sowie selbstregulative Fähigkeiten der Lehrpersonen als Voraussetzungen für ihr Unterrichtshandeln untersucht (vgl. Bromme, 2008; Weinert, 2001). Es besteht die Annahme, dass das Zusammenspiel dieser Kompetenzaspekte entscheidend dafür ist, wie Lehrpersonen ihren Unterricht strukturieren und regulieren und ob sie langfristig in der Lage sind, ihren Beruf erfolgreich auszuüben. In der Folge geht es darum, die Aspekte der professionellen Kompetenzen, wie sie in COACTIV verstanden werden, kurz darzulegen.

Professionswissen

Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf der Untersuchung des Professionswissens der Lehrpersonen als wichtige Basis für ihr Handeln. Dabei werden die drei Arten, wie sie in den Unterkapiteln 2.2.4 bis 2.2.6 beschrieben worden sind, unterschieden. Auf eine nochmalige Ausführung und Darlegung wird an dieser Stelle verzichtet.

Überzeugungen

Lehrpersonen bilden im Verlaufe ihrer professionellen Entwicklung differenzierte Überzeugungen über die Struktur des zu unterrichtenden Faches sowie darüber aus, wie Lernprozesse im Fach gelingen. Bisherige Untersuchungen zeigen, dass sich bei diesen Vorstellungen häufig zwei Grundüberzeugungen unterscheiden lassen: einerseits nämlich, ob Lehrpersonen Lernen als das Resultat von direkter Informationsvermittlung betrachten, oder andererseits, ob sie es als aktive Konstruktion von Wissen ansehen (vgl. Staub/Stern, 2002).

Diesen lerntheoretischen Überzeugungen wird eine entscheidende Bedeutung für das Unterrichtsgeschehen zugesprochen. COACTIV ging diesem Phänomen nach und untersuchte unter anderem, ob die Art der Überzeugung bzgl. des Faches und das fachliche Lernen zu unterschiedlichen Arten der Unterrichtsgestaltung führen (vgl. Baumert et al., 2010).

Motivation und selbstregulative Fähigkeiten

Um gehaltvoll und effizient zu unterrichten, müssen Lehrpersonen nicht nur über eine solide Wissensbasis verfügen, sondern auch dazu motiviert sein, dieses Wissen im Unterricht ein- und umzusetzen. Interesse, Engagement und Enthusiasmus für das Fach dürften entscheidend dafür sein, ob und wie eine Lehrperson sich im Unterricht engagiert oder inwieweit eine Bereitschaft vorhanden ist, sich weiterzubilden oder neues Wissen anzuwenden (vgl. Long/Hoy, 2006). Gleichzeitig scheint es jedoch eine besondere Herausforderung des Lehrerberufs zu sein, sich realistische bzw. erreichbare Ziele zu setzen und eine ausgewogene Balance der Ressourcen anzustreben. Das bedeutet, dass das richtige Mass von Engagement und Distanzierung zu finden ist (vgl. Hallsten, 1993; Hobfoll, 1989).

Erste Befunde und Ergebnisse zur Selbstregulation von Lehrpersonen zeigen, dass sich Lehrpersonen in ihrer Distanzierungsfähigkeit gegenüber beruflichen Problemen sowie ihrer Tendenz, bei langfristigen hohen Belastungen zu resignieren, unterscheiden. Von besonderem Interesse ist natürlich die Frage, inwieweit diese Merkmale in Zusammenhang mit dem unterrichtlichen Handeln der Lehrpersonen stehen (vgl. Baumert et al., 2010).

Aus den dargelegten Überlegungen heraus ergeben sich die folgenden zentralen Fragestellungen für COACTIV:

- *Welche Aspekte der professionellen Kompetenzen bei Lehrpersonen lassen sich empirisch identifizieren und welche Beziehungen weisen diese Merkmale untereinander auf?*
- *Welche professionellen Kompetenzaspekte beeinflussen das unterrichtliche Handeln einer Lehrperson?*
- *Gibt es einen Zusammenhang zwischen Aspekten der professionellen Kompetenzen einer Lehrperson und der Unterrichtsgestaltung?*
- *Welche direkten und indirekten Einflüsse haben die professionellen Kompetenzen einer Lehrperson auf die Lernerfolge ihrer Schülerinnen und Schüler?*
- *Warum unterscheiden sich Lehrpersonen in ihren professionellen Kompetenzen?*

Die folgenden Unterkapitel zeigen auf, wie COACTIV das Forschungsdesign für die Datenerhebung und die Beantwortung der zentralen Fragen angelegt hat und welche Hauptergebnisse daraus abgeleitet werden konnten (vgl. Kunter et al., 2011).

2.4.2.2 Datengrundlage

COACTIV war konzeptuell und technisch in die nationale Ergänzung von PISA 2003/2004 eingebunden. Zusätzlich zur Schülerstichprobe (PISA 2003/2004) stand eine Stichprobe der Mathematiklehrpersonen genau dieser Schülerinnen und Schüler zur Verfügung (COACTIV). Für beide Stichproben lagen zwei Messzeitpunkte vor: einerseits am Ende der 9. Klasse und andererseits ein Jahr später, am Ende der 10. Klasse.

Mehrmethodischer Zugang

Entsprechend des theoretischen Rahmenmodells (vgl. Abb. 17) wurden Aspekte der professionellen Kompetenzen von Lehrpersonen, des Unterrichts und der Schülerinnen und Schüler erfasst.

Das Untersuchungsinstrumentarium bestand zum einen aus standardisierten, schriftlichen Fragebogen für Schülerinnen und Schüler, aber auch für Lehrpersonen. Teilweise wurde dabei auf Fragebogen zurückgegriffen, die sich bereits in der Unterrichtsforschung bewährt hatten; teils wurden Items und Skalen neu entwickelt.

Zum anderen wurde bei der Erfassung des Professionswissens der Lehrpersonen Forschungsneuland betreten, indem ein Wissenstest zur Erfassung des Fachwissens und des fachdidaktischen Wissens in Mathematik konzipiert wurde, welcher aus schriftlichen, aber auch computerbasierten Aufgaben bestand. Als dritte Informationsquelle dienten Unterrichtsmaterialien, die die Lehrpersonen eingereicht hatten. Darunter waren Klassenarbeiten, Hausaufgaben oder Unterrichtsaufgaben. Die folgende Abbildung (vgl. Abb. 18) zeigt eine Übersicht über die verschiedenen Datenquellen.

Abb. 18: Mehrmethodischer Zugang von COACTIV (vgl. Kunter et al., 2011)

<u>Lehrpersonen</u>	<u>Unterricht</u>	<u>Schüler</u>
<ul style="list-style-type: none"> - Wissenstests - schriftliche und computerbasierte Fragebogen 	<ul style="list-style-type: none"> - Lehrerbefragung - Schülerbefragung - Analyse von Unterrichtsmaterial - Hausaufgaben - Unterrichtsaufgaben - Klassenarbeiten 	<ul style="list-style-type: none"> - Leistungstests (PISA) - Fragebogen

2.4.2.3 Hauptergebnisse der COACTIV-Studie

Welche Aspekte der professionellen Kompetenzen bei Lehrpersonen lassen sich empirisch identifizieren und welche Beziehungen weisen diese Merkmale untereinander auf?

Im Zentrum der COACTIV-Studie stand die Zusammenstellung eines Tests zur Erfassung des Fachwissens im Bereich Mathematik sowie des fachdidaktischen Wissens. Die empirischen Befunde der Studie zeigen, dass diese beiden Wissensbereiche reliabel erfasst werden können und sich entsprechend der theoretischen Konzeption auch empirisch voneinander unterscheiden lassen. Die Stärke der Zusammenhänge zwischen Fachwissen und fachdidaktischem Wissen variiert dabei in Abhängigkeit von der Schulform, in der eine Lehrperson unterrichtet. Bei Gymnasiallehrpersonen scheinen die beiden Wissensbereiche stärker vernetzt zu sein, als dies bei Lehrpersonen anderer Schulformen der Fall ist. Das bedeutet: Gymnasiallehrpersonen mit einer höheren Ausprägung im fachdidaktischen Wissen erzielen auch höhere Werte im Fachwissenstest. Deutliche Unterschiede zwischen den untersuchten Lehrpersonen zeigen sich auch bezüglich des Niveaus ihres Wissens. Gymnasiallehrpersonen erreichen deutlich höhere Werte im Fachwissen und fachdidaktischen Wissen als Lehrpersonen der anderen Schulformen. Werden Unterschiede im Fachwissen statistisch kontrolliert, zeigen sich relative Vorteile im fachdidaktischen Wissen für die Nicht-Gymnasiallehrpersonen. Der jeweilige Wissensstand der Lehrerinnen und Lehrer hängt dabei deutlich mit der Art der Lehrerausbildung zusammen, nicht jedoch mit der Dauer der Berufserfahrung (vgl. Krauss et al., 2011).

Neben dem Professionswissen werden entsprechend der mehrdimensionalen Kompetenzkonzeption mittels Selbstbericht auch die Überzeugungen der Lehrpersonen über die Struktur des Wissens und den Wissenserwerb sowie verschiedene Aspekte motivationaler Orientierung und selbstregulativer Fähigkeiten erhoben. Auch diese Aspekte können reliabel erfasst werden. Anhand der Faktorenanalyse lassen sich die Validität der theoretischen Differenzierung des Kompetenzkonzeptes in den Bereichen Professionswissen, Überzeugungen sowie Motivation und selbstregulative Fähigkeiten bestätigen. Dabei geht eine höhere Ausprägung des Professionswissens mit stärker konstruktivistischen Lernüberzeugungen einher. Im Gegensatz dazu besteht kein Zusammenhang zwischen dem Professionswissen und der berufsbezogenen Motivation von Lehrpersonen bzw. ihrer selbstregulativen Fähigkeiten (vgl. Baumert et al., 2010).

- *Welche professionellen Kompetenzaspekte beeinflussen das unterrichtliche Handeln einer Lehrperson?*

Zur Beschreibung des Mathematikunterrichts der PISA-Schülerinnen und -Schüler standen drei Informationsquellen zur Verfügung: einerseits sind es die Angaben der Schülerinnen und Schüler, andererseits die Selbstberichte der Lehrpersonen und drittens eine umfangreiche Stichprobe von Mathematikaufgaben, welche im Unterricht, als Hausaufgaben oder in Klas-

senarbeiten und Tests von den Lehrpersonen verwendet wurden. Anhand dieser mehrmethodischen Perspektive sollten insbesondere die kognitive Aktivierung, die Klassenführung und die individuelle Lernunterstützung als Basisdimensionen der Unterrichtsqualität erfasst werden (vgl. Kunter et al., 2011).

Die Ergebnisse bestätigten Befunde früherer Studien, indem sie verdeutlichten, dass ein kognitiv aktivierender Unterricht, welcher dazu noch die Selbstständigkeit fördert, nur selten vorkommt. Dies zeigte sich insbesondere anhand des im Unterricht verwendeten Aufgabematerials. Die Analyse der Aufgaben ergab eine homogene Aufgabekultur, welche wenig Gelegenheiten zu einer gehalt- und effektvollen Auseinandersetzung mit mathematischen Inhalten und Phänomenen bot. Somit war auch die Möglichkeit einer Differenzierung nicht gegeben. Die Unterschiede zwischen den Schulformen waren dabei marginal. Deutliche Differenzen bei den Dimensionen der Unterrichtsqualität ergaben sich jedoch aus Sicht der Schülerinnen und Schüler zwischen Hauptschule und Gymnasialstufe. Schülerinnen und Schüler der Hauptschule berichteten von einem Unterricht, der durch individuelle Unterstützung und kognitive Herausforderungen einerseits und andererseits durch ein gleichzeitig hohes Ausmass an Störungen und Disziplinproblemen gekennzeichnet ist. Lernende der Gymnasialstufe hingegen beschrieben einen störungsarmen, wenig fordernden Unterricht, in welchem sie sich von der Lehrperson wenig individuell unterstützt fühlten. Abgesehen von der Beurteilung des kognitiven Gehalts des Unterrichts, stimmten Lehrer- und Schülerurteile im Hinblick auf das Unterrichtsgeschehen weitgehend überein (vgl. Baumert et al., 2010).

- *Gibt es einen Zusammenhang zwischen Aspekten der professionellen Kompetenzen einer Lehrperson und der Unterrichtsgestaltung?*

Eine dritte Zielsetzung der COACTIV-Studie bestand darin, Unterschiede in der Unterrichtsqualität durch Aspekte der Lehrpersonenkompetenz zu erklären. Gestalten Lehrpersonen mit einem höheren Professionswissen auch einen kognitiv anspruchsvolleren Unterricht als Lehrpersonen mit einem geringeren Umfang an fachlichem Wissen und fachdidaktischem Wissen? Und spielen auch die „weiche“ Kompetenzen, wie die Motivation und Selbstregulation der Lehrpersonen, eine bedeutsame Rolle im Unterrichtsgeschehen? Die Analysen haben gezeigt, dass Unterschiede in der Unterrichtsqualität systematisch auf spezifische Aspekte der Kompetenz zurückzuführen sind. Das fachdidaktische Wissen allein sagt das Ausmass der kognitiven Aktivierung der Schülerinnen und Schüler im Unterrichtsgeschehen voraus. Je mehr eine Lehrperson darüber weiss, wie Fachinhalte verfügbar gemacht und vermittelt werden können, desto herausfordernder und fördernder erlebten die Schülerinnen und Schüler den Unterricht. Die anderen Facetten hatten jedoch keinen zusätzlichen Erklärungswert für das Niveau der kognitiven Aktivierung. Auf bivariater Ebene zeigten auch die Überzeugungen der Lehrpersonen einen Zusammenhang mit der Ausprägung der kognitiven Aktivierung des Unterrichts, welcher aber bei Berücksichtigung der Wissensfacetten nicht länger statistisch abzusichern war (vgl. Baumert et al., 2010).

Das Ausmass und die Ausprägung individueller Lernunterstützungen durch die jeweilige Lehrperson, wie sie von den Lernenden erlebt wurden, sind hauptsächlich auf einen Selbstregulationsstil zurückzuführen. Das bedeutet, dass ein hohes Mass an beruflichem Engagement bei gleichzeitiger Fähigkeit, sich auch von Arbeitsbelangen zu distanzieren und Probleme aktiv zu bewältigen, vorliegt. Lehrpersonen, welche ein solches Verhaltensmuster zeigten, wurden von ihren Schülern als besonders unterstützend im Unterrichtsgeschehen wahrgenommen. Demgegenüber kann die Effektivität der Klassenführung im Sinne eines störungsarmen Ablaufes und einer auf das eigentliche Unterrichtsgeschehen konzentrierte Zeitznutzung durch keine der betrachteten Kompetenzfacetten vorhergesagt werden (vgl. Kunter et al., 2009).

- *Welche direkten und indirekten Einflüsse haben die professionellen Kompetenzen einer Lehrperson auf die Lernerfolge ihrer Schülerinnen und Schüler?*

In der COACTIV-Studie kann die Frage nach der Relevanz der untersuchten Unterrichtsdimensionen für die mathematische Leistung der Schülerinnen und Schüler positiv beantwortet werden. Für die Annahme, dass kognitive Aktivierung, Klassenführung und individuelle Unterstützung einen positiven Effekt auf die Entwicklung der mathematischen Kompetenz auf Schülerseite haben, finden sich, wenn auch nur teilweise, empirische Daten. Analysen und Beobachtungen über einen längeren Zeitraum hinweg können zeigen, dass insbesondere das Ausmass der kognitiven Aktivierung und die Effektivität der Klassenführung Grundlagen für den Lernerfolg der Lernenden sein können (vgl. Baumert et al., 2010).

Die Facetten der Lehrerkompetenz, welche über das Unterrichtsgeschehen vermittelt werden, sollten letztendlich einen Einfluss auf die Leistung, aber auch die motivationale Orientierung der Schülerinnen und Schüler haben. So sieht es die Annahme der theoretischen Rahmenkonzeption vor. Erste Analysen bestätigten diese Annahme. So zeigte sich ein Zusammenhang zwischen den lerntheoretischen Überzeugungen der Lehrpersonen und dem mathematischen Leistungsniveau am Ende der 10. Klasse. Der sogenannte „Transmission View“¹⁰ war hierbei mit einem niedrigeren Leistungsniveau assoziiert. Empirische Hinweise unterstützen dabei einen Mediationseffekt¹¹, wobei der Zusammenhang zwischen lerntheoretischen Überzeugungen und der Mathematikleistung über die Unterrichtsgestaltung – und hierbei insbesondere über die kognitive Aktivierung – vermittelt wird (vgl. Baumert et al., 2010).

Empirische Auswertungen bestätigten einen (erwarteten) Mediationseffekt im Hinblick auf das Professionswissen. Dabei wirkt sich das fachdidaktische Wissen positiv auf das Ausmass der kognitiven Aktivierung und die individuelle Unterstützung der Schüler und Schüle-

¹⁰ „Transmission View“ bedeutet, Lehrende sehen ihre Aufgabe darin, Kenntnisse und Fähigkeiten zu „vermitteln“, zu „transportieren“. Beispiel: An der vorgerechneten Aufgabe lernen die Schülerinnen und Schüler am besten.

¹¹ Ein Mediatoreffekt liegt dann vor, wenn die kausale Beziehung zwischen X und Y durch einen Mediator Z interveniert bzw. unterbrochen wird (vgl. Urban, 2006).

rinnen im Unterricht aus. Dies gilt jedoch nicht für die Effizienz der Klassenführung. Hierbei kann das Fachwissen der Lehrperson als Bedingung für das fachdidaktische Wissen verstanden werden. Die Klassenführung und die kognitive Aktivierung des Unterrichts zeigen wiederum einen Effekt auf die Mathematikleistung in Klasse 10.

Die Forschungsstudie COACTIV befasste sich stark mit den professionellen Kompetenzen und dem Professionswissen einer Lehrperson und den damit verbundenen Auswirkungen auf Unterricht bzw. Schülerleistung im Bereich der Mathematik. Vor allem die Begrifflichkeiten der professionellen Kompetenzen und des Professionswissens haben Bezug zum Forschungsprojekt INTeB bzw. zur vorliegenden Arbeit. Dasselbe gilt für die Forschungsstudie, welche im Unterkapitel 2.4.3 skizziert wird. Spezifisch ist, dass es sich um eine Studie handelt, welche im Zusammenhang mit Fortbildung von Physiklehrpersonen steht.

Eine weitere Studie, welche sich an COACTIV anlehnte, war eine zweistufige Delphi-Studie zur Thematik BNE – spezifisches Professionswissen von Lehrkräften (vgl. Hellberg-Rode et al., 2013). Die zentrale Fragestellung bestand darin, zu untersuchen, welches Professionswissen, differenziert über die drei Kategorien Fachwissen, fachdidaktisches Wissen und pädagogisches Wissen, Lehrkräfte benötigen, um einen Unterricht zu gestalten, der zur Entwicklung der für BNE ausgewiesenen Teilkompetenzen beiträgt. Die Fragestellung basiert einerseits auf der Annahme, dass die Lehrerexpertise eine Schlüsselfunktion im erfolgreichen Unterrichtsprozess und für Unterrichtsqualität darstellt (Hattie, 2009, 2012), andererseits jedoch auch auf der Erkenntnis, dass der Erfolg des unterrichtlichen Handelns wesentlich durch das spezifische Professionswissen bestimmt ist (vgl. Baumert/Kunter, 2006a; Borowski et al., 2010; Tepner et al., 2012).

2.4.3 Lernprozessorientierte Fortbildung von Physiklehrpersonen

Die Gestaltung von Lernprozessen im Physikunterricht stützt sich bisher mehr oder weniger auf plausible, aber nicht wissenschaftliche Annahmen darüber, was für das Lernen von Physik wohl förderlich sei (vgl. Muckenfuss 1995, S. 25 ff.). Zurzeit ist Physikunterricht in Deutschland auf Fachinhalte orientiert und durch fragend-entwickelnde Gesprächsführung, mit oder ohne Experimente, gekennzeichnet (vgl. Fischler 1989; Reyer 2004; Seidel et al., 2006). Trendel et al. (2008) gehen davon aus, dass eine Ursache für unbefriedigende schulische Lernergebnisse darin zu suchen ist, dass das Lernen im Physikunterricht eindimensional organisiert ist. Es wird postuliert, dass unterschiedliche Lehrziele auch unterschiedliche Lernprozesse erfordern. Daraus resultiert die Forderung, dass die Lehrpersonen mit einem Unterricht vertraut gemacht werden müssen, welcher die Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler berücksichtigt. Stehen die Lernprozesse im Zentrum, dann sind für den Physikunterricht drei Prozesse von Wichtigkeit: das Erfahrungslernen, die Konzeptbildung und das Problemlösen (vgl. Trendel et al., 2008). Diese drei Prozesse sind Teil der theoretischen Grundlage der Basismodelle des Lehrens und Lernens nach Oser und Baeriswyl (2001). In der

Lehrerfortbildung wurden diese drei Lernwege oder Lernprozesse beleuchtet, trainiert und erprobt. Die Bedeutung der drei Basismodelle ist für einen physikalischen Wissenszuwachs bzw. für typische physikalische Denk- und Arbeitsweisen entscheidend (vgl. Wackermann et al., 2007). In den folgenden Abschnitten werden die erwähnten Prozesse kurz beschrieben.

2.4.3.1 Erfahrungslernen

Beim Lernen durch Eigenerfahrung etwa ist der Weg, auf dem Erfahrungen gemacht werden sollen, schon relativ früh festgelegt, während das Ergebnis offen ist. Trendel et al. (2008) charakterisieren das Erfahrungslernen wie folgt: „... Physik gilt als ‚empirische Wissenschaft‘.“ Der Begriff Erfahrung (Empirie) wurde ursprünglich von Aristoteles in die Sprache der Wissenschaftstheorie eingeführt und meinte zunächst eher die Beherrschung eines Handlungsschemas in einer bestimmten Domäne. Annahmen zur Methodik der Physik und des Physikunterrichts sind bis in die neuere Zeit geprägt durch empiristische Vorstellungen, die auf Francis Bacon (1620) und seine vier Schritte zur Suche nach Wahrheit zurückgehen (Reinigung des Verstandes von Vorurteilen, Sammeln von Informationen, Schlussfolgern, Formulierung von Gesetzmässigkeiten). Daran angelehnte induktive Vorgehensweisen¹² wurden noch vor nicht allzu langer Zeit als Schema des physikalischen Arbeitens auch in Schulbüchern beschrieben (vgl. Grehn, 1990), entsprechende epistemische Vorstellungen beeinflussen den Unterricht bis heute. Dagegen haben sich die Ansichten zur Methodik der Physik in den letzten Jahrzehnten geändert (vgl. Baumert et al., 2000a).

2.4.3.2 Konzeptbildung

Die in den Bildungsstandards der KMK (2004b) verwendete Bezeichnung „Basiskonzepte“ weist neben Inhaltlichem, Begrifflichem auch eine methodische und instrumentelle Dimension auf (vgl. Unterkapitel 2.1.3). Über einfache induktive Generalisierungen ist die Bildung von Konzepten nicht realisierbar. Nach sozial-konstruktivistischer Auffassung (vgl. Scott et al., 2007) muss jeder Lernende Begriffe und Konzepte im Austausch mit seiner sozialen Umgebung selbst konstruieren. Viele Lehrpersonen ziehen daraus die Schlussfolgerung, dass sie ihren Schülerinnen und Schülern nichts mehr mitteilen oder erklären dürften, weil diese alles selbst herausfinden (konstruieren) müssten (vgl. Trendel et al., 2007). Hier herrscht eine Verwechslung bzw. eine Vermischung von Prozessen des Lernens mit Strategien des Lehrens vor. Labudde und Duit (2007) sehen darin u. a. die Ursache dafür, dass Lehrpersonen in Selbstberichten oft als konstruktivistisch geprägt erscheinen oder sich so geben, davon jedoch in ihrem Unterricht nichts sichtbar ist oder erkennbar wird.

Die Entwicklung von Konzepten wurde vor allem unter dem Gesichtspunkt des Konzeptwechsels untersucht, womit auf neuere erkenntnistheoretische Positionen Bezug ge-

¹² Induktives Vorgehen: Induktion ist ein Schluss vom Besonderen auf das Allgemeine. Im Gegensatz dazu bedeutet Deduktion einen Schluss vom Allgemeinen auf das Besondere.

nommen wurde. Es wird vermutet, dass Schülerinnen und Schüler ausserhalb des Unterrichts Konzepte zu Phänomenen ihres Erfahrungsbereichs gebildet haben, welche im Unterricht thematisiert werden. Diese Alltagskonzepte sind jedoch mit belastbaren wissenschaftlichen Konzepten nicht vereinbar. Dem Unterricht kommt dann die Funktion zu, diese Vorstellungen und Konzepte mit physikalischen Erklärungen zu verknüpfen und anzureichern (vgl. Trendel et al., 2008).

2.4.3.3 Problemlösen

Kompetenzen sind Weinert (2001) zufolge u. a. Fähigkeiten, Probleme zu lösen. Das Problemlösen besitzt im Physikunterricht einen hohen Stellenwert und es wird deshalb schon seit einiger Zeit als zentrale Unterrichtsmethode gefordert (vgl. Schmidkunz/Lindemann, 1992). Wie internationale Vergleichsstudien (PISA, TIMSS) und Beschreibungen des Physikunterrichts zeigen (vgl. Reyer, 2004; Seidel et al., 2006), wird Problemlösen jedoch im Physikunterricht wenig realisiert.

Ob eine Situationsbewältigung eine Problemstellung darstellt oder nicht, hängt stark von der Expertise und vom Können der bearbeitenden Person ab. Es werden oft zwei verschiedene Arten des Problemlösens unterschieden, welche aber auch häufig verwechselt werden: einerseits ist es das analytische Problemlösen, andererseits das dynamische bzw. explorative Problemlösen (vgl. Leutner et al., 2004). Das analytische Problemlösen sieht vor, bestehendes Konzept- und Handlungswissen zu nutzen, um einen Lösungsweg zu finden. Aebli (1981) beschreibt diesen Vorgang als „Bewegungen im System“, Klahr (2000) als Suche im Hypothesen- und Experimentierraum. Analytisches Problemlösen in einer Domäne ist also ohne Vorwissen, aber auch ohne erfahrungsbasierte Handlungsstrategien nicht möglich. Lernen durch Problemlösen ist nur dann möglich, wenn in einer Domäne (im Unterschied zum Erfahrungslernen) schon ein grundlegendes Wissen vorhanden ist (vgl. Wackermann, 2008).

Das Fehlen von Informationen charakterisiert das dynamische Problemlösen (vgl. Leutner et al., 2004). Durch Situationsveränderungen und auf der Grundlage des Vorwissens bzw. einer geeigneten Fragestellung müssen diese fehlenden Informationen in einem feedbackgesteuerten Prozess gewonnen werden. Im Unterschied zum analytischen Problemlösen entsteht dabei neues Wissen. Das dynamische Problemlösen ist also als eine Form des Wissenserwerbs zu sehen, die sich aus Erfahrungen speist (vgl. Trendel et al., 2008).

2.4.3.4 Basismodelle des Lehrens und Lernens

Oser und Baeriswyl (2001) haben zwölf Basismodelle für das Lehren und Lernen geschaffen. Nachfolgende Tabelle (vgl. Tab. 8) zeigt eine Auflistung der Basismodelle.

Tab. 8: Übersicht über alle Basismodelle nach Oser und Baeriswyl (2001)

<ul style="list-style-type: none"> • Lernen durch Eigenerfahrung und entdeckendes Lernen • Entwicklung als Erziehungsziel (Konzeptwechsel) • Problemlösen • Wissensaufbau und Konzeptbildung • Kontemplatives Lernen • Strategielernen 	<ul style="list-style-type: none"> • Routinebildung • Lernen durch Motilität • Entwicklung von Sozialbeziehungen • Entwicklung von Wertesystemen • Lernen mit Hypertext • Verhandeln
---	--

Die drei ausgewählten Basismodelle (vgl. Tab. 8 fett und kursiv) besitzen nicht nur eine lernpsychologische Bedeutung. Die These lautet, dass durch Basismodelle strukturierter Unterricht, mit einer differenzierten Herangehensweise an unterschiedliche Lernsituationen, vermutlich die Klarheit in der Darstellung typischer naturwissenschaftlicher Zielsetzungen und damit verbundener Denk- und Arbeitsweisen erhöht (vgl. Wackermann, 2008). Diese Herangehensweise ist durch fünf Handlungsschritte definiert (vgl. Tab. 9), welche für jedes Basismodell formuliert worden sind.

Tab. 9: Handlungsschritte der drei untersuchten Basismodelle (vgl. Trendel et al., 2008)

	Lernen durch Eigenerfahrung	Konzeptbildung	Problemlösen
1	Inneres Vorstellen, Planen	Bewusstmachen des Wissens	Problemgenerierung
2	Handeln im Kontext	Durcharbeiten eines prototypischen Musters	Problempräzisierung
3	Erste Ausdifferenzierung, Reflexion	Darstellen der wesentlichen Merkmale und Prinzipien	Lösungsvorschläge
4	Generalisierung der Ergebnisse	Aktiver Umgang mit dem neuen Konzept	Prüfen der Lösungsvorschläge
5	Übertragung auf grössere Zusammenhänge	Vernetzung mit bekanntem Wissen	Vernetzung, Transfer auf andere Problemklassen

In der angelegten Studie um die lernprozessorientierte Fortbildung von Physiklehrpersonen spielten diese drei Basismodelle eine zentrale Rolle. Die Handlungsschritte, welche den drei skizzierten Basismodellen zugeordnet sind, entsprechen dem Forschungsablauf, wie er an der Fortbildung¹³ von INTeB der Interventionsgruppe IG_I kommuniziert worden ist (vgl. Tab. 11 und Tab. 12). Wackermann et al. (2007) konnten somit zeigen, dass durch die ersten beiden Zielbereiche (Erfahrungslernen und Konzeptbildung) ein grosser Teil des untersuchten Physikunterrichts dargestellt werden kann. Das Problemlösen kommt in den untersuchten Unterrichtssequenzen im Vergleich zu den beiden anderen Modellen weniger vor, gehört aber dennoch zu den wichtigen Zielsetzungen für den Kompetenzerwerb im Physikunterricht (vgl. KMK, 2004b; Trendel et al., 2008).

¹³ Vgl. Unterkapitel 3.2.

2.4.3.5 Untersuchungsdesign der Studie

Um eine Beziehung zwischen Effekten einer Lernprozessorientierung und Merkmalen der Unterrichtsqualität herzustellen, ist es nach Trendel et al. (2008) notwendig, „Lernprozessorientierung durch eine praxisnahe Lehrerfortbildung in Physikunterricht einzuführen ...“. So wurden 18 Lehrpersonen aus dem gesamten Spektrum der Sekundarstufe II für den lernprozessorientierten Unterricht fortgebildet. Die Lehrpersonen erhielten dadurch den theoretischen Input und die Trainingsmöglichkeit zu den drei erwähnten Basismodellen nach Oser und Baeriswyl.

Im Anschluss an die Fortbildung¹⁴ wurden die Lehrpersonen zwischen drei und sechs Unterrichtslektionen videografiert. Die Gespräche über den Unterricht wurden durch Videoanalyse und -feedback angeregt. Für den Veränderungsprozess eines allenfalls herkömmlichen, „altbewährten“ und eindimensional organisierten Physikunterrichts hin zur Lernprozessorientierung standen den Lehrpersonen individuelle Coachingsequenzen als Unterstützung zur Verfügung (vgl. Wackermann et al., 2007).

Trendel et al. (2008) gingen in ihrer Studie u. a. der Frage nach, ob sich aus der theoriegeleiteten Analyse des Unterrichts Hinweise auf qualitätswirksame Merkmale des Physikunterrichts gewinnen lassen. Für die Beantwortung dieser und auch der anderen Fragestellungen wurde ein multiperspektivischer Ansatz gewählt.

Die verwendeten Erhebungs- und Untersuchungsinstrumente bezogen sich jeweils auf unterschiedliche Konstrukte. Als wesentliches Instrument diente eine neu entwickelte Videoanalyse des Unterrichts, welche auf der Grundlage der Theorie von Oser (2001b) basierte. Die Sicht der beteiligten Schülerinnen und Schüler wurde durch einen ebenfalls selbst entwickelten Fragebogen zur summarischen Bewertung unmittelbar am Ende der videografierten Stunden erhoben. Abschliessend erfolgte eine Bewertung bzw. ein Rating der Unterrichtsqualität durch einen Experten. Als Grundlage für dieses Rating dienten die Unterrichtsvideos. Das benutzte Rating griff auf ein Rater-Inventar nach Clausen (2004) zurück, welches sich bereits in einer Studie einer andere Arbeitsgruppen bewährt hatte (Clausen et al., 2003).

Wenn sich sinnvolle Korrelationen zwischen den drei unten beschriebenen Instrumenten für denselben Unterricht ergeben (vgl. Abel et al., 1998), gilt dies als ein Indikator für eine hinreichende Validität. Dies kann geschaffen werden durch Triangulation der Betrachtung und Beobachtung von Unterricht aus verschiedenen Blickwinkeln heraus.

¹⁴ Weitere Aspekte über die Fortbildung werden im Unterkapitel 2.5.3 „Lehrerfortbildung als Forschungsgegenstand“ formuliert.

Im Folgenden werden die drei Instrumente vorgestellt (vgl. Trendel et al., 2008).

Videoanalyse als theoriegeleitete Aussensicht eines unabhängigen Beobachters

Das Auswertungs- bzw. Kodierschema zur Analyse des Unterrichts beinhaltet drei wesentliche Überlegungen bzw. innovative Besonderheiten: Die Tiefenstruktur des Physikunterrichts wird in zeitlicher Auflösung hochinferent kodiert, eine Orientierung an den Lernprozessen wird auch bei nur teilweiser Umsetzung berücksichtigt und Lehrpersonen und Schülerinnen bzw. Schüler werden getrennt analysiert. Die Bildung der Kategorien für diese Videoanalyse basiert auf einer Operationalisierung der drei Basismodelle nach Oser. Lernen erfolgt demnach durch Eigenerfahrung, Konzeptbildung und Problemlösen (vgl. Trendel et al., 2008). Pro Basismodell werden drei Dimensionen bei der Auswertung bzw. Kodierung berücksichtigt: das Basismodell, welches Lehrpersonen bzw. Schülerinnen und Schüler zum kodierten Zeitpunkt verfolgt, der Handlungsschritt (vgl. Tab. 9) innerhalb des Basismodells und die Umsetzungsstufe, also das Mass der Erfüllung der theoretisch geforderten Handlungsschritte. Auf der Seite der Lehrpersonen drücken sich in den Umsetzungsstufen einerseits Angebote für die Schülerinnen und Schüler, andererseits auch Erwartungen an ihre Handlungen aus. Auf der Seite der Lernenden sind es die Chancen zur Nutzung der Angebote sowie die Fähigkeiten zur Erfüllung der Anforderungen. Die Umsetzungsstufe lässt sich also sowohl als ein Mass für die Komplexität des Handelns von Lehrpersonen und Schülerinnen bzw. Schüler interpretieren als auch als ein Mass für Lernprozessorientierung (vgl. Wackermann et al., 2007).

Kurzfragebogen aus der Perspektive der am Unterricht beteiligten Schülerinnen und Schüler

Mit einem Fragebogen wurden die Schülerinnen und Schüler nach dem Ende jeder videografierten Stunde zum Unterrichtserleben befragt. Im Zentrum stand die Frage nach der Möglichkeit, im Unterricht produktiv mitarbeiten zu können.

Rating der Unterrichtsqualität aus der Sicht einer erfahrenen Lehrperson

Für diese Untersuchung wurde ein für das Fach Physik leicht modifizierter Fragebogen von Clausen (2004) mit 36 Skalen verwendet. Die Modifikation war notwendig, weil dieser Fragebogen u. a. bereits in einer vergleichenden Deutsch-Schweizer Mathematikstudie genutzt wurde (vgl. Clausen et al., 2003). Clausen (2004) fasste einen Teil der Skalen zu übergeordneten Konstrukten, wie Instruktionseffizienz, Schülerorientierung, kognitive Aktivierung sowie Klarheit und Strukturiertheit zusammen (vgl. Trendel et al., 2008). Weitere Skalen waren: Gebrauch von Sprache, fachdidaktische Aspekte und Kooperation zwischen Schülerinnen und Schülern. Diese zusätzlichen Skalen beziehen sich allesamt auf Merkmale des Fachunterrichts Physik (vgl. Wackermann et al., 2007).

2.4.3.6 Ergebnisse der Studie

Die nachfolgenden Schilderungen zu den Ergebnissen der Studie beziehen sich hauptsächlich auf die Frage, ob sich aus der theoriegeleiteten Analyse des Unterrichts Hinweise zu qualitätswirksamen Merkmalen des Physikunterrichts gewinnen lassen (vgl. Trendel et al., 2008). Die verwendeten Instrumente zeigen in ihrer Anwendung, dass sie brauchbar sind und dass sie entsprechend gute und positive Werte liefern. Die Videoanalyse beispielsweise zeigte, dass 90 % des beobachteten Unterrichts einem der drei ausgewählten Basismodelle des Lernens zugeordnet werden können. Es wurde beobachtet bzw. festgestellt, dass sich Lehrpersonen und Schülerinnen bzw. Schüler meistens im gleichen Modell und zusätzlich noch im gleichen Handlungsschritt befinden. Unterschiede gab es bei den Umsetzungsstufen (vgl. Trendel et al., 2007).

Videoanalyse von Unterricht erweist sich als ein valides und aussagefähiges Instrument zur Unterrichtsanalyse. Es erlaubt im Unterschied zum Schüler- und Expertenurteil eine zeitliche Auflösung und Differenzierung nach verschiedenen Lehrzieltypen des Physikunterrichts.

Lernen aus Eigenerfahrung spielt vor allem in handlungsorientiertem Unterricht eine bedeutende Rolle. Dabei liegen die Zielsetzungen vor allem in der Erarbeitung von neuen Inhalten, welche der Bildung neuer Konzepte vorausgehen. Vorwissen und Strukturierungshilfen werden dabei weniger genutzt. Erfahrungslernen wird von Schülerinnen und Schülern geschätzt. Hohe Grade an Selbstständigkeit und Wissens- bzw. Kompetenzzuwachs können erreicht werden, wenn Handlungen reflektiert und gut ausgewertet werden (vgl. Trendel et al., 2008).

Die **Konzeptbildung** bestimmt den grössten Teil des beobachteten Physikunterrichts. In diesem Basismodell findet sich im Mittel der niedrigste Grad an Komplexität, da es sich um eine besonders kleinschrittige Vorgehensweise handelt. Extremfälle zeigen, dass Schülerinnen und Schüler sowohl durch das Vorgehen in kleinen Schritten unterfordert als auch überfordert sein können, wenn sie in einem zähen und langwierigen, fragend entwickelnden Verfahren herausfinden müssen, worum es möglicherweise gehen könnte. Wird das Vorwissen der Lernenden zu Beginn der Stunde thematisiert, geschieht dies häufig ohne konkreten Bezug zur Problem- bzw. Fragestellung. Konzepte werden verständlicher, wenn zu Beginn klar ist, worum es geht und gezielt Verbindungen zu bestehendem Wissen hergestellt werden. Gewinnbringend und klärend scheinen dabei Strukturierungshilfen, wie Hervorhebungen, Zusammenfassungen und Rückblicke, zu sein (vgl. Wackermann et al., 2007).

Problemlösen erhält von allen Basismodellen unter Berücksichtigung aller Dimensionen die höchsten Qualitätsurteile (vgl. Trendel et al., 2008). Das Problemlösen kommt jedoch nur selten vor. Das kann zum Teil daran liegen, dass Problemlösen Erfahrungen und Konzeptwissen voraussetzt. Schüler und Schülerinnen waren dann besonders erfolgreiche Problem-

lösende, wenn ihre Lehrpersonen Strategien zum Lösen physikalischer Probleme explizit im Unterricht thematisiert hatten (vgl. Trendel et al., 2008).

Diese Auswertung zeigt, dass sich die Basismodelle nach Oser und Baeriswyl (2001) für den Physikunterricht bzw. für eine Fortbildung von Physiklehrpersonen bestens eignen und Erfolg versprechend sind.

Bezogen auf die der Arbeit zugrunde liegenden Fragestellung nach der Veränderbarkeit des Professionswissen durch Fortbildung, kann Folgendes festgehalten werden: Diese Art der Fortbildung, wie sie in den vorangegangenen Abschnitten dargelegt worden ist, hat Auswirkungen auf das Professionswissen. Die Lehrpersonen werden aufgrund der Basismodelle den Physikunterricht aus fachdidaktischer Sicht anders gestalten. Die Lernenden werden in den Forschungskreislauf eingebunden und mit den Problemlöseschritten vertraut gemacht. Somit ist eine Grundlage für Kompetenzerweiterung und Wissenszuwachs gegeben. Wie es sich mit der Nachhaltigkeit dieser Fortbildungsart verhält, wird in der Studie nicht berichtet.

Eine weitere Studie, welche hier nicht explizit verhandelt wird, ist das SINUS-Programm mit den unterschiedlichen Programmteilen, welches seit 1998 durchgeführt wird. Das Ziel von **SINUS** („Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“) ist die Förderung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Kompetenz. Analog zum Konzept von INTeB werden die Lehrpersonen in Modulen zu Mathematik und Naturwissenschaften fortgebildet und anschliessend in der Unterrichtsumsetzung durch das IPN¹⁵ begleitet. Die Auswertungen zeigen, dass eine Kompetenzsteigerung in den genannten Fachbereichen stattgefunden hat. Weitere Informationen zur ganzen Studie inkl. Modulbeschreibungen und Unterstützungsmaterialien sowie weiterer Links finden sich unter folgender URL: www.sinus-transfer.de [Stand: 06.01.2016].

2.5 Professionswissen und Interventionselement Fortbildung

In den vorangegangenen Unterkapiteln wurden das Professionswissen und die professionellen Kompetenzen aus verschiedenen Blickwinkeln theoretisch beleuchtet. Als ein Fazit kann festgehalten werden, dass Professionswissen wie auch die professionellen Kompetenzen in irgendeiner Art und Weise angeeignet werden müssen (vgl. Unterkapitel 2.1.4 bzw. 2.2.7). Bei Lehrpersonen geschieht dies zu einem grossen Teil in der Grundausbildung. Eder und Kreutz (2013, S. 11) sprechen im Zusammenhang mit der Professionalisierung bei Lehrkräften von einer „... biografischen Entwicklung, die sich über alle Phasen der Lehrerbildung erstreckt ...“.

¹⁵ Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik an der Universität Kiel.

Eine Vielzahl von Studien und Forschungsprojekten fokussierte die erste Phase der Lehrerbildung¹⁶ (vgl. Abel/Faust, 2010; Kraler/Schratz, 2008; Hascher/Neuweg, 2012; Kraler et al., 2012). Die Befunde über die Wirksamkeit von Professionalisierungsmassnahmen in der ersten und zweiten Phase sind eher ernüchternd (vgl. Schratz 2012, S. 15 ff.) und somit gewinnt die dritte Phase an Bedeutung. Sie rückt somit in den Mittelpunkt des Professionalisierungskontinuums des lebenslangen Lernens (vgl. Schratz, 2012, S. 15 ff.).

Dies zeigt auch der folgende Abschnitt auf, welcher sich mit dem Stellenwert von Fortbildung (bzw. Weiterbildung in CH) befasst.

In einem Empfehlungsschreiben zur Weiterbildung von Lehrpersonen der Schweizerischen Konferenz der Erziehungsdirektoren (EDK) aus dem Jahre 2004 (vgl. folgende URL: www.edk.ch [Stand: 20.09.2013]) wird postuliert, dass sich Lehrpersonen ständig und stetig weiterzubilden hätten. Dieses Postulat des lebenslangen Lernens wurde aufgrund des Empfehlungsschreibens in diverse Lehr- bzw. Erziehungspläne einzelner Kantone aufgenommen oder in Berufsaufträgen verankert.

Folgende Passagen des Empfehlungsschreibens vom 17. Juni 2004 sollen hier explizit erwähnt werden (vgl. EDK, 2004):

- „[...] Die Kantone gestalten die Lehrerinnen- und Lehrerbildung als kontinuierliches Zusammenwirken von Grundausbildung, Berufseinführung, Zusatzausbildung und Weiterbildung [...]“.
- „[...] Die Kantone anerkennen, dass die Weiterbildung ein Recht und eine Pflicht der Lehrpersonen darstellt. Die Weiterbildung soll in verschiedenen Formen angeboten werden [...]“.
- „[...] Die Kantone unterstützen die Weiterbildung und die Zusatzausbildung der Lehrpersonen im Laufe ihrer Berufslaufbahn. Diese Ausbildungen müssen die vorhandenen professionellen Kompetenzen der Lehrpersonen im Sinne der Qualitätssicherung sowie der Spezialisierung oder dem Erwerb von Zusatzqualifikationen im Hinblick auf die Übernahme besonderer Funktionen unterstützen und erweitern [...]“.
- „[...] Der Weiterbildung wird im Berufsauftrag der Lehrpersonen aller Schulstufen genügend Platz eingeräumt [...]“.

Im Bereich der Fort- und Weiterbildung wird eine Vielzahl von Begriffen verwendet, die nicht klar voneinander getrennt sind und häufig synonym gebraucht werden. So ist die Unterscheidung von Fortbildung, Weiterbildung, Qualifizierung und Professionalisierung oft schwammig und unklar. Lipowsky (2010) äussert in seinem Artikel „Empirische Befunde zur Wirksamkeit von Lehrerfortbildungen“, dass die von ihm zitierten Studien zu verschiedenen Massnahmen der Lehrerfortbildung sehr heterogen seien und er deshalb Fortbildungs-, Weiterbildungs- und Professionalisierungsmassnahmen synonym verwende (vgl. Lipowsky, 2010, S. 39 ff.).

¹⁶ Die Lehrpersonenausbildung geschieht in drei Phasen; erste Phase: wissenschaftliche Ausbildung (Studium) an einer Hochschule (D) bzw. Pädagogischen Hochschule (CH und A); zweite Phase: Vorbereitungsdienst in Schulen und Studienseminaren (Referendariat in D, durch Mentorate begleitete Berufseinstiegsphase CH, berufliche Induktion in A); dritte Phase: Fort- und Weiterbildung von Lehrpersonen während des Berufslebens (Fort- und Weiterbildung).

Huber (2009a, S. 183) macht den Versuch einer Definition der beiden Begriffe Fort- und Weiterbildung, indem er aufzeigt, dass „Fort- und Weiterbildung [...] alle Massnahmen einschliesst, die der Erweiterung und der Verbesserung beruflicher Handlungskompetenzen dienen“. Anhand von Kriterien sollen die Massnahmen (Fort- und Weiterbildung) differenziert werden. Diese umfassen folgende Aspekte:

- **zeitlicher Umfang:**
kurz versus lang (von Tageskursen bis hin zu einem Umfang von mehreren Monaten),
- **Aufbau/Struktur/zeitliche Intensität:**
sequenzialisiert oder modularisiert versus im Block,
- **Organisiertheit:**
formell versus informell oder en passant,
- **Status:**
verpflichtend, obligatorisch versus freiwillig,
- **Modus:**
vermittlungs- bzw. vortragsorientiert versus erarbeitungs- bzw. austauschorientiert
- **Zugangsvoraussetzungen:**
zugangsoffen versus zugangsgeschlossen,
- **Finanzierung:**
getragen durch die Institution versus subventioniert oder selbst finanziert,
- **Abschluss/Zertifizierung:**
mit oder ohne (standespolitisch wichtigem) Zertifikat oder sogar mit Diplom und Titel.

Aus den oben skizzierten Kriterien legt Huber den zeitlichen Umfang und die Intensität als die auffälligsten Punkte einer Unterscheidung fest (vgl. Huber, 2009b, S. 451 ff.).

Fortbildung umschreibt eher eine kürzere, punktuelle Massnahme, welche dazu dient, erworbene Kenntnisse aus Ausbildung und beruflicher Praxis zu aktualisieren und zu erweitern, wohingegen der Begriff der Weiterbildung den Erwerb neuer und weiterer Qualifikationen meint. Weitere Unterschiede können in der Themenwahl (Fortbildung: eher spezifisches Thema; Weiterbildung: eher grösserer umfassenderer Themenkomplex) und/oder im Abschluss (Fortbildung: kein Abschluss, keine Prüfung, ev. Besuchsbestätigung bzw. Testat; Weiterbildung: Abschluss, Zertifizierung, beruflicher Aufstieg) liegen. Alle Massnahmen mit Fort- und Weiterbildungscharakter tragen jedoch zu einer Professionalisierung im Beruf bei (vgl. Hericks/Stelmaszyk, 2010, S. 232 ff.).

Nachdem die Begrifflichkeit um das Thema Fortbildung geklärt worden ist, stellt sich nun die Frage, wie eine Fortbildung konzipiert sein muss, damit sich eine nachhaltige Wirksamkeit einstellt und somit ein Beitrag zur Professionalisierung geleistet bzw. eine Anreicherung der professionellen Kompetenzen stattfinden kann und ein Zuwachs des Professionswissens erfolgt.

2.5.1 Vier Ebenen wirksamer Lehrerfortbildung

Huber (2009a, S. 185) erkennt „... die zentrale Frage aller Fort- und Weiterbildung ist die Frage nach ihrer Wirksamkeit ...“ und stellt gleichzeitig fest, dass über die Wirksamkeit von Fortbildungen ein Mangel an Forschung besteht, weil allgemeingültige Standards in der Fort- und Weiterbildung fehlen, was letztendlich eine valide Evaluation erschwert und somit relevante Aussagen über die Wirksamkeit erschwert (vgl. Huber, 2009a).

Es stellt sich somit die Frage, was letztendlich die Wirksamkeit einer Fortbildung ausmacht und was notwendig ist, damit Lehrpersonen in Fortbildungen und generell in allen Professionalisierungsmassnahmen etwas lernen, Kompetenzen erwerben und ihr unterrichtspraktisches Handeln so verändern, dass einerseits ihre Lernenden davon profitieren und andererseits die Lernprozesse gezielt gefördert und unterstützt werden können (vgl. Lipowsky, 2010, S. 39).

Mit dieser Fragestellung oder Ausgangslage hat sich Lipowsky (2010) eingehend auseinandergesetzt und diverse Studien zur Wirksamkeit von Lehrerfortbildungen in einem Grundlagenartikel mit dem Titel „Empirische Befunde zur Wirksamkeit von Lehrerfortbildung“ zusammengefasst und dargelegt. Lipowsky (2010, S. 39) stellt die Grundannahme ins Zentrum, dass „... Professionalisierungsmassnahmen positive Wirkungen haben können ...“. Er verwendet dabei die Begriffe der „Wirksamkeit“ und der „Wirkung“ synonym. Huber (2009b) differenziert drei Begrifflichkeiten und legt die Unterschiede wie folgt dar:

- **Wirkungen** (*beabsichtigt oder unbeabsichtigt*):
Ergebnisse, die durch eine Weiterbildungsmassnahme ausgelöst werden und beobachtbar, messbar und/oder einschätzbar sind,
- **Wirksamkeit:**
Übereinstimmung von:
 - *beabsichtigter und eingetroffener Wirkung***oder**
 - *vorgegebenem und realisiertem Ziel,*
- **Transfererfolg oder Nachhaltigkeit:**
 - *Neue Einstellungen und Erkenntnisse, welche eine Lehrperson dank Weiterbildungsmassnahmen gewonnen hat, sind gut verfügbar.*
 - *Angestrebtes Verhalten ist sicher und stabil anwendbar.*

Es gibt eine Vielzahl von Einflussfaktoren, welche sich hinter der Wirksamkeit verbergen. Es sind einerseits Kontextmerkmale des beruflichen Umfelds, das heisst Merkmale der Schule, der Klasse, der Schülerinnen und Schüler, aber auch die Berufsbiografie und individuelle Voraussetzungen der Lehrpersonen, wie kognitive, motivationale, volitionale und persönlichkeitsbezogene Aspekte, welche ins Blickfeld rücken. Andererseits sind es Aspekte, die aus der Forschung herangezogen wurden und aufzeigen, dass vielfältige, teils komplexe und nicht lineare Zusammenhänge und Wechselwirkungen zwischen Lehrerwissen, Lehrerhandeln und dem Schulerfolg der Lernenden bestehen (vgl. Lipowsky, 2010, S. 40).

Lipowsky (2010, S. 40 ff.) teilt die Wirkungen von Fortbildungen in die folgenden vier Ebenen ein: Reaktionen und Einschätzungen der Lehrpersonen, Erweiterung der Lehrerkognition, unterrichtspraktisches Handeln und Effekte auf Lernende. In der Folge werden die vier erwähnten Ebenen kurz beschrieben.

2.5.1.1 Ebene 1: Reaktionen und Einschätzungen der Lehrpersonen

Lehrpersonen attestieren Fortbildungen dann eine hohe Akzeptanz, wenn sie „close to the job“ sind, wenn sie sich an den alltäglichen konkreten Unterrichtsfragen orientieren und sich auf den Lehrplan bzw. das Curriculum beziehen. Austauschmöglichkeiten mit den anderen Teilnehmenden, gegebene Partizipationsgelegenheiten, Feedbackmöglichkeiten und kompetente Referierende bzw. Moderierende, welche die Fortbildung professionell in einer angenehmen Atmosphäre gestalten, sind weitere Punkte, welche die Zufriedenheit der Lehrpersonen an einer Fortbildung erhöhen lässt (vgl. Lipowsky, 2010, S. 40 f.).

2.5.1.2 Ebene 2: Erweiterung der Lehrerkognition

Fortbildungsmassnahmen, die zu einer Erweiterung im Bereich der Lehrerkognition führen, gewinnen an Gewicht, wie die unten stehenden Beispiele aufzeigen. Als Definition von Lehrerkognition geht Lipowsky (2010, S. 42) einerseits von Überzeugungen und subjektiven Theorien aus, andererseits subsummiert er die Wissensfacetten, welche unter dem Professionswissen verstanden werden: fachliches, fachdidaktisches, pädagogisch-psychologisches und zusätzlich diagnostisches Wissen.

Diverse Studien (z. B. Carpenter et al., 1989 [cognitively guided instruction]) vor allem im mathematischen und naturwissenschaftlichen Bereich zeigen auf, dass Lehrpersonen, die in einer Fortbildungsmassnahme mit Denkweisen und Lernstrategien ihrer Schülerinnen und Schüler konfrontiert werden, ihr fachdidaktisches und diagnostisches Wissen erweitern und/oder vertiefen. Somit haben sie einen konkreten Nutzen für den Schulalltag, indem sie beispielsweise Lösungsstrategien ihrer Schülerinnen und Schüler im Mathematikunterricht vorhersagen können. Aufgrund dieser Diagnosefähigkeit besteht somit die Möglichkeit, das unterrichtliche Lehrerhandeln anzupassen und dies führt zur Förderung des Schülerverständnisses. Was dies konkret bedeutet, wird anhand der folgenden Studien aufgezeigt.

Eine Studie (Lernen mit der Klasse(n)kiste „Schwimmen und Sinken“ im Sachunterricht der Grundschule) unter der Leitung von Kornelia Möller (2008) untersuchte die Effekte einer Fortbildung im Rahmen von naturwissenschaftlichem Unterricht an Grundschulen. Im Zentrum standen die Variablen der Entwicklung unterrichtsbezogener Lehrerkognition einerseits und die Entwicklung der Schülerleistungen andererseits (vgl. Möller et al., 2006). Das Konzept der Studie sah vor, dass die Stichprobe in drei Gruppen eingeteilt wurde: Zwei Experimentalgruppen (Lehrkräfte mit Unterricht und Fortbildung [LUF]; Lehrkräfte ohne Unterricht mit Fortbildung [LoUF]), die an einer Fortbildung teilnahmen, eine sog. Selbststudiumsgrup-

pe (Lehrkräfte mit Unterricht ohne Fortbildung [LUoF]), welche sich anhand einer umfassenden Handreichung die Fortbildungsthemen selbst aneignete und die Basisgruppe (Kontrollgruppe), welche keinerlei Fortbildung erhielt.

Die Auswertung, welche anhand eines Prä-/Posttest-Designs erfolgte, ergab zum einen, dass vor allem die Experimentalgruppen (Teilnahme an einer Fortbildung) eine deutlich ausgeprägtere Vorstellung von naturwissenschaftlichem Lehren und Lernen als „conceptual change“ aufwies, als es die beiden anderen Gruppen taten. Zum anderen erzielten die Schülerinnen und Schüler der Experimentalgruppenlehrpersonen grössere Lernfortschritte, welche in einer naturwissenschaftlichen Unterrichtsreihe gemessen wurden (vgl. Kleickmann et al., 2010).

Eine weitere Studie (vgl. Heran-Dörr, 2007), welche ähnliche Ergebnisse im Bereich der Entwicklung von „conceptual change“-Überzeugungen hervorbrachte, befasste sich mit einer Fortbildung von Sachunterrichtslehrpersonen. Diese Studie wies ein ähnliches Design wie die Studie von Möller et al. (2006) auf. Ein grosser Unterschied bestand darin, dass die Effekte auf die Schülerinnen- und Schülerleistungen, den Lernzuwachs und die Lernfortschritte nicht gemessen wurden.

In beiden erwähnten Studien bzw. Fortbildungen wurde gezielt an die vorhandenen Präkonzepte im Bereich Naturwissenschaften der Lehrpersonen angeknüpft und diese dann weiterentwickelt bzw. modifiziert.

Das Anknüpfen an Erfahrungen aus den mannigfaltigen Bereichen des Unterrichtens, aber auch die Weiterentwicklung von unterrichtlichem Know-how im Sinne der Lehrerkognition sind Aspekte, welche von den Lehrpersonen sehr geschätzt werden und diese eine Fortbildung positiv beurteilen lassen.

2.5.1.3 Ebene 3: Unterrichtspraktisches Handeln

Ein weiterer Erfolgsgarant für Fortbildungen ist ein Gewinn für das unterrichtspraktische Handeln. Im Gegensatz zur Erweiterung der Lehrerkognition (vgl. Unterkapitel 2.5.1.2) geht es in Ebene drei um Punkte, welche sich praktisch im Unterricht zeigen und beobachtbar sind. Carpenter et al. (1989) untersuchten in einer Studie, wie es sich mit der effektiven Lernzeit der Schülerinnen und Schüler während des Unterrichts verhält. Die Thematik Lernzeitnutzung wurde anlässlich einer Fortbildung thematisiert und anschliessend in einer Experimental- und einer Kontrollgruppe untersucht. Die Lehrpersonen der Experimentalgruppe räumten ihren Lernenden für die Bearbeitung von Aufgaben mehr Unterrichts- und Lernzeit ein.

Eine zweite Studie, welche sich mit unterrichtspraktischem Handeln auseinandersetzte, beinhaltete das Untersuchen einer Fortbildung für Physiklehrpersonen, welche sie in der Gestaltung von lernprozess- und verständnisorientiertem Unterricht unterstützen sollte. Anhand

der Basismodelle von Oser und Baeriswyl (2001) (vgl. auch Unterkapitel 2.4.3) wurden Lehrpersonen im Planen und Durchführen von lernprozessorientiertem Unterricht fortgebildet. Im Vergleich zu einer Kontrollgruppe zeigten die Lehrpersonen, welche mit den Basismodellen vertraut waren, ein anderes unterrichtliches Handeln. Dies war ersichtlich in Bezug auf Verständnisorientierung, Pacing, Klarheit und Strukturiertheit. Der Bereich des Umgangs mit Fehlern bzw. Fehlerkultur bildete keine signifikanten Unterschiede zur Kontrollgruppe ab.

Weitere Punkte des unterrichtlichen Handels, welche in Studien (z. B. Längsschnittstudie durch die Arbeitsgruppe von Garet [vgl. Desimone et al., 2002]) untersucht wurden, waren: Einsatz neuer Medien, innovative Beurteilungsformen und „higher order instruction“, was im weitesten Sinne dem kognitiv aktivierenden Unterricht entspricht. Die gemachten Erfahrungen und die Studienergebnisse zeigten, dass die Fortbildungen tatsächlich eine Auswirkung auf das unterrichtspraktische Handeln hatten. Dies ist auch in anderen Studien nachzulesen. Uneinigkeit bezüglich Wirksamkeit und Auswirkung auf die Unterrichtspraxis herrscht jedoch darüber, ob im Rahmen der Fortbildungen eng gefasste Skripts abgegeben werden sollten oder nicht. Mit eng gefassten Skripts werden vorgefertigte Unterrichtseinheiten und möglichst detaillierte Handouts verstanden, welche eins zu eins im Unterricht eingesetzt werden können.

Unter dem Fokus Einsatz neuer Medien im Zusammenhang mit Wirksamkeit von Lehrerbildung steht eine Studie, welche sich mit professioneller Unterrichtswahrnehmung anhand von videobasierter Intervention befasst (vgl. Sunder et al., 2015). Die Studie zeigt auf, dass eine Wirksamkeit der Fortbildungsmassnahme dann gegeben ist, wenn die Teilnehmenden anhand von videobasierten Interventionen die professionelle Wahrnehmung von Unterricht analysieren und diskutieren können. Somit wird die professionelle Unterrichtswahrnehmung gefördert, was zu einer Veränderung im Bereich des Professionswissens führen kann (vgl. Sunder et al., 2015, S. 219 ff.).

2.5.1.4 Ebene 4: Effekte auf Lernende

Relevante Punkte dieser Ebene wurden bereits in der Ebene 2 (Erweiterung der Lehrerkognition) angesprochen bzw. erwähnt (z. B. die Auswirkungen von Fortbildungselementen auf die Schülerinnen- und Schülerleistungen). Es gibt eine ganze Reihe von Studien, welche sich mit der Effektivität von Fortbildungen auf die Fachleistungen der Schülerinnen und Schüler beschäftigen haben. Dabei standen diverse Fachbereiche im Forschungszentrum. Das Spektrum reicht von sprachlichen Fächern über die Mathematik bis hin zu den Naturwissenschaften. Das Aufführen aller Studien kann an dieser Stelle und im Rahmen der vorliegenden Dissertation nicht geleistet werden. Gemäss Lipowsky (2010) sind jedoch folgende zusammenfassende Aussagen zu den Effekten auf die Lernenden zu machen. In den Fortbildungen bzw. Studien, welche in der sprachlichen Domäne anzusiedeln sind, waren folgende

Effekte festzustellen: Eine Lehrerfortbildung hatte Einfluss auf die Lese- und Schreibkompetenzen der Lernenden, eine andere auf die Lesekompetenz und die Lesemotivation.

In einer anderen Studie aus dem Mathematikbereich ging es um die „Wirksamkeit einer Fortbildung zum produktiven Üben im Mathematikunterricht“. Lehrpersonen sollten, gemäss der Fragestellung dieser Studie, in der Lage sein, zu erkennen, dass das produktive Üben eine Form darstellt, welche viel Differenzierungspotenzial bietet, und dass die Formate von Übungsaufgaben anhand lerntheoretischer Prinzipien ausgewählt werden sollten (vgl. Schultis et al., 2014). Baumert et al. (2006b, S. 38) formulierten dazu die Forderung:

„... This knowledge cannot be picked up incidentally [...]. One of the next great challenges for teacher research will be to determine how this knowledge can best be conveyed to both preservice and inservice teachers.“

Die Studie untersuchte die Konzeption der Fortbildung, die das Aneignen bzw. Fördern fachdidaktischen Wissens bei Lehrpersonen unterstützt. Aus den drei Ebenen, welche untersucht wurden, interessiert im Hinblick auf die vorliegende Arbeit vor allem die Ebene „Kompetenzzuwachs der Lehrpersonen bezogen auf den Fortbildungsinhalt“. In einem Prä-/Posttest-Design wurden die Fortbildungsteilnehmenden vor bzw. nach der Fortbildung zu Einstellungen und fachdidaktischem Mathematikwissen befragt. Erste Ergebnisse zeigen, dass sich das fachdidaktische Wissen von Messzeitpunkt T1 (vor der Fortbildung) zum Messzeitpunkt T2 (nach der Fortbildung) signifikant im Sinne von Wissens- bzw. Kompetenzzuwachs verändert hat.

2.5.2 Merkmale der Wirksamkeit von Lehrerfortbildungen

Auf der Basis der vorgestellten Ebenen der Wirksamkeit von Lehrerbildung entwirft Lipowsky (2010) ein „erweitertes Angebots- und Nutzungsmodell zur Erklärung der Wirksamkeit von Fortbildungs- und Professionalisierungsmassnahmen für Lehrpersonen“, das die komplexen Zusammenhänge und Kontexte beleuchtet und miteinander verbindet (vgl. Abb. 19). Die Variablen des Fortbildungsangebotes und der Wahrnehmung und Nutzung des Angebotes durch die Lehrpersonen werden im Folgenden als Merkmale wirksamer Lehrerfortbildungen formuliert (vgl. Lipowsky/Rzejak, 2012).

Die Dauer einer Fortbildung und die Zeit für die Fortbildung

Entscheidend für die Wirkung von Fortbildungsveranstaltungen ist die zeitliche Dauer. So wird kurzen Fortbildungen¹⁷ keine Wirksamkeit attestiert. Hingegen bieten längere Sequenzen eher eine Gewähr, dass sie als wirksam wahrgenommen werden. Dies hängt damit zusammen, dass eher Gelegenheiten zum gemeinsamen aktiven Lernen und zur Erprobung vorhanden sind. Je mehr Zeit für die Verarbeitung der Fortbildungsinhalte zur Verfügung steht, desto positiver wird die Massnahme erlebt (vgl. Lipowsky/Rzejak, 2012, S. 5).

¹⁷ Über die optimale Fortbildungsdauer (= Anzahl Tage) machen Lipowsky und Rzejak keine Aussage.

Vertiefung des fachdidaktischen und diagnostischen Lehrerwissens und Fokus auf die Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler

Erhebungen zeigen, dass wirksame Fortbildungen auf eine Erweiterung des fachdidaktischen und diagnostischen Wissens der Lehrpersonen abzielen und somit in einem engen Bezug zum Fach und zum Curriculum stehen. Dazu werden durch Fallanalysen oder Schlüsseldokumente die Konzepte, Sichtweisen und speziellen Lösungswege von Schülerinnen und Schülern fokussiert. Die „kognitive Empathie“ der Lehrpersonen wird dann gefördert, wenn in einer Fortbildungen die Lehrpersonen angeregt werden, sich in die „Lernwelt“ der Schülerinnen und Schüler hineinzusetzen (vgl. Lipowsky/Rzejak, 2012, S. 6).

Die Wirkungen eigenen Handelns erfahrbar machen-Transfer von Fortbildungsinhalten

Der Transfer von Fortbildungsinhalten bedeutet, dass Lehrpersonen erleben, dass sich das eigene unterrichtliche Handeln verändern lässt und auch zu einer Veränderung des Schülerhandelns führt. Dazu ist durch die Fokussierung von gegebenem Lehrerhandeln eine „kognitive Irritation“ notwendig, die die gegebene Praxis erschüttert (vgl. Lipowsky/Rzejak, 2012, S. 6 f.).

Abfolge von Input-, Erprobungs- und Reflexionsphasen

Um die Wirksamkeit von Lehrerfortbildungen weiterhin zu verbessern, sind für die Lehrpersonen ausreichend Zeitfenster und Möglichkeiten einzuplanen, „... ihr konzeptuelles Verständnis zu vertiefen, neues Wissen aufzubauen, ihre Handlungsmuster zu verändern, diese zu erproben und darüber mit anderen Fortbildungsteilnehmenden und der Fortbildungsleitung zu reflektieren ...“ (Lipowsky/Rzejak, 2012, S. 7). Daraus lässt sich die Folgerung ableiten, dass sich die Fortbildung über einen längeren Zeitraum erstrecken muss. Dazu sollten Freiräume für selbsttätiges Arbeiten und Selbstbestimmung gewährleistet werden.

Orientierung an Merkmalen lernwirksamen Unterrichts

Lipowsky und Rzejak (2012) halten fest, dass der inhaltliche Schwerpunkt von Fortbildungen nicht an oberflächliche Merkmale bestimmter Unterrichtsformen ausgerichtet werden soll. Es sollen die Merkmale der Tiefenstruktur von Unterricht fokussiert werden. Somit ist die Grundlage gegeben, dass es zu einem Aufbau von Verstehen kommen kann, welcher wiederum auf Verstehensprozessen von Lernenden und deren Lernen beruht. Settings, in denen eine enge Verknüpfung mit der fachlichen und fachdidaktischen Erweiterung des Professionswissens vorhanden ist, wird die grösste Wahrscheinlichkeit zur Veränderung attestiert.

Feedback an die Lehrpersonen

Eine zentrale Funktion wird in den Reflexionsphasen den Rückmeldungen an die Lehrpersonen zugewiesen. Diese Rückmeldungen können einerseits vom Referenten oder der Kursleitung während der Fortbildungsphase oder andererseits auch von Lerntandems oder Mitglie-

dern professioneller Lerngemeinschaften in der Nachbereitungsphase erteilt werden. Feedbacks über unterrichtliches Handeln sind deshalb von Bedeutung, da man nicht davon ausgehen kann, dass „Lehrpersonen die mit der Fortbildung intendierten Veränderungen in ihrem unterrichtlichen Handeln auch bewusst registrieren und erkennen“ (Lipowsky/Rzejak, 2012, S. 10).

Die erwähnten Merkmale der Wirksamkeit von Lehrerfortbildung lagen auch der in Unterkapitel 2.5.1 erwähnten Studie über das Üben im Mathematikunterricht zugrunde. Schultis et al. (2014, S. 1113) schreiben:

„... Die Fortbildung wird nach Erkenntnissen der aktuellen Forschung konzipiert. [...] Unterstützende Faktoren zur Wirkung von Fortbildung sind u. a. Periodizität, Reflexion, Interaktion und Themenspezifität.“

Mit der Wirksamkeit von Fortbildungen im weiteren Sinne haben sich Eder und Kreutz (2013) auseinandergesetzt, indem sie der Frage nach den Anforderungen an die Didaktik beruflicher Fortbildung nachgingen. Sie stellen vier Anforderungen ins Zentrum:

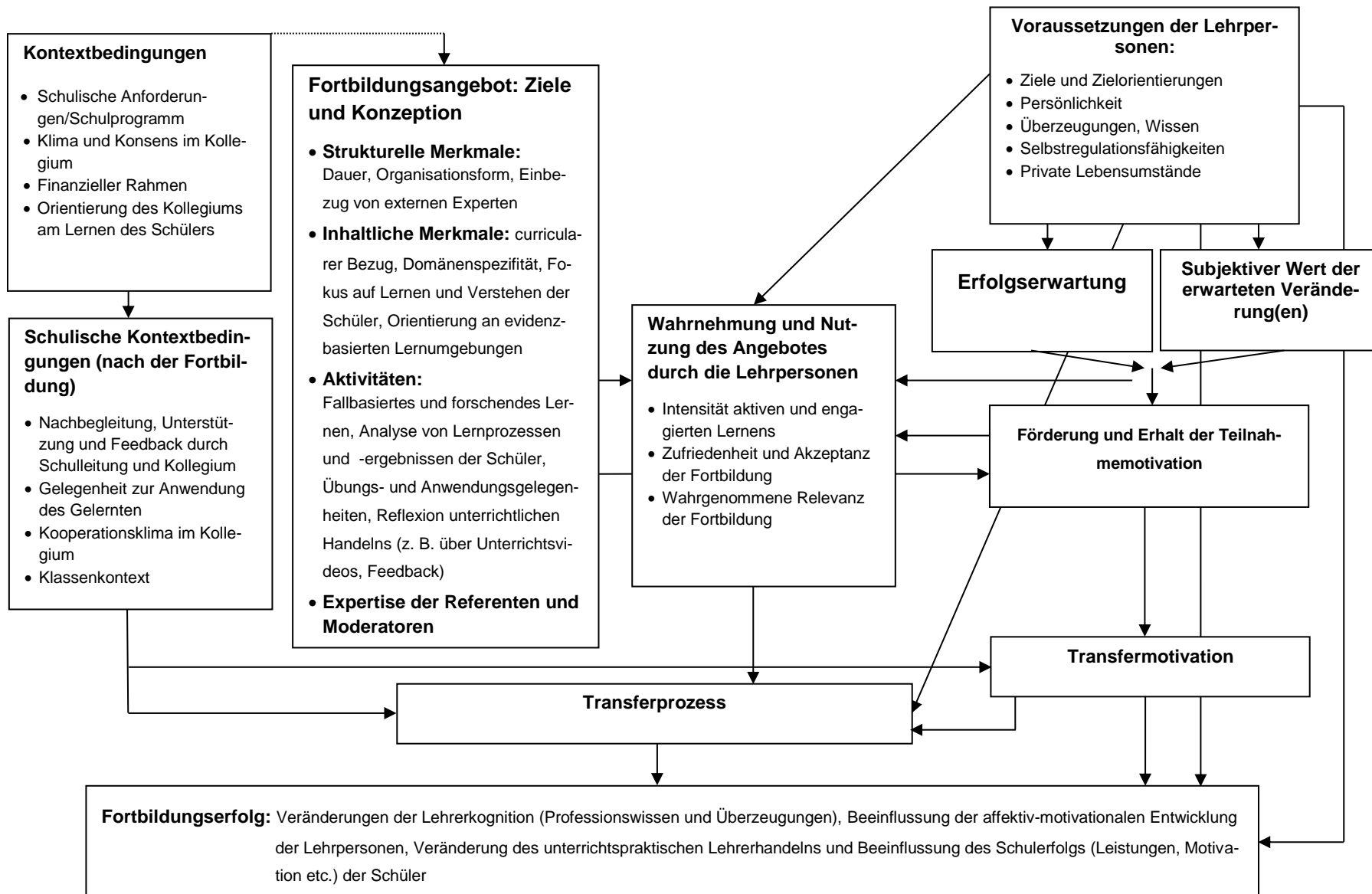
1. *Die verstärkte Orientierung der Fortbildungsangebote an beruflichen Handlungsfeldern bzw. konkreten Handlungssituationen der Lehrpersonen.*
2. *Der systematische Einbezug beruflicher Vorerfahrungen in die Programmplanung und Angebotsgestaltung.*
3. *Die theoriegeleitete Reflexion beruflichen Erfahrungswissens.*
4. *Die Verknüpfung wissenschaftlicher Theorien mit berufspraktischen Handlungsrouinen, als Voraussetzungen für die Erweiterung beruflicher Handlungskompetenz.*

Somit ist die Didaktik der beruflichen Fortbildung darauf ausgerichtet, die Professionalität bzw. Expertise der Lehrpersonen bedarfsorientiert und wissenschaftlich fundiert weiterzuentwickeln (vgl. Eder et al., 2013, S. 1).

Zusammenfassend kann festgehalten werden: Wie im Modell (vgl. Abb. 19) aufgezeigt und dargestellt, sind die Wirkungszusammenhänge äusserst facettenreich und komplex. Eine gegenseitige Beeinflussung der Faktoren sowie die Wechselwirkungen tragen dazu bei, dass die Konzeption einer Fortbildungsmassnahme eine Herausforderung darstellt. Eine Konzeption kann noch so gut durchdacht sein, letztendlich tragen persönliche, professionsbezogene und gesellschaftliche Rahmenbedingungen dazu bei, ob die Fortbildung erfolgreich im Sinne der erwähnten Wirksamkeit verläuft oder nicht (vgl. Huber, 2009b).

Im Sinne eines Ausblicks bzw. einer Weiterentwicklung könnten die gemachten Beobachtungen bzw. die gesammelten Ergebnisse zur Wirkung von Fortbildungs- und Professionalisierungsmassnahmen auch als Grundlage zur Formulierung von Standards für Fort- und Weiterbildungen dienen (vgl. Huber, 2009b).

Abb. 19: Erweitertes Angebots- und Nutzungsmodell zur Erklärung der Wirksamkeit von Fortbildungs- und Professionalisierungsmassnahmen für Lehrpersonen (vgl. Lipowsky, 2010)



2.5.3 Lehrerfortbildung als Forschungsgegenstand

In der Forschungsliteratur lassen sich normative Vorstellungen dazu finden, wie Lehrerfortbildungen sinnvoll und wirksam gestaltet werden sollen. Häufig werden kurze, maximal ein-tägige Veranstaltungen („one-shot workshops“) kritisch betrachtet (vgl. Bonsen, 2010): Erfolgsversprechender wird eine Fortbildung beurteilt, wenn

- *sie eher längerfristig als kurz ansetzt ist,*
- *die Fortbildungstermine sich mit schulischen Praxisphasen abwechseln,*
- *die Lehrpersonen an der Auswahl der Inhalte mitwirken können und Fortbildungsthemen nicht einfach „vorgesetzt“ bekommen,*
- *die Lehrpersonen in (Klein-)Gruppen zusammenarbeiten (und nicht alleine) können.*

Die Forschungslage zum Thema der Lehrerfortbildungen ist im Vergleich zu anderen Bereichen eher als defizitär und insgesamt unsystematisch zu charakterisieren (vgl. Gräsel et al., 2004; Lipowsky, 2004; Terhart, 2004). Abgeleitet von allgemeinen Modellen der Evaluation können vier Ansatzpunkte zur Erforschung (Evaluation) von Weiterbildungen unterschieden werden (vgl. Reischmann 2003, S. 111 ff.):

- **Meinung** (*Wie beurteilen Nutzer das Angebot?*),
- **Können** (*Was wissen/können die Nutzer danach?*),
- **Anwendung** (*Was tun die Nutzer in der Praxis?*),
- **Wirkung** (*Wurde die Praxis wunschgemäß verändert?*).

Die in der Weiterbildungsevaluation verbreitete Herangehensweise, Teilnehmerinnen und Teilnehmer nach dem Nutzen einer Fortbildung zu befragen und somit die Abnehmerzufriedenheit als Qualitätskriterium zu verwenden, ist für schulische Lehrerfortbildungen nur sehr eingeschränkt tauglich. Im schulischen Kontext steht die Wirksamkeit von Fortbildungen als ultimates Kriterium im Mittelpunkt. Ein Wirksamkeitsnachweis lässt sich auf der Grundlage von Selbstauskünften von Lehrpersonen über ihren Lernerfolg und den von ihnen selbst realisierten Transfer allenfalls annähernd, keinesfalls jedoch empirisch belegen. Trotzdem basieren auch einschlägige Forschungsarbeiten erstaunlicherweise in erster Linie auf selbst wahrgenommenen und berichteten Kompetenzzuwächsen und (selbst berichteten) Veränderungen der Unterrichtspraxis von Lehrpersonen (z. B. Garet et al., 2001).

Da ein Wirksamkeitsnachweis sich nur über den Transfer von Fortbildungsinhalten in die berufliche Praxis führen lässt, gerät die Wirksamkeitsforschung zur empirischen Herausforderung. Der Hauptgrund für die Schwierigkeit, die Wirksamkeit von Lehrerfortbildungen empirisch belegen zu können, liegt vor allem in der grossen Bandbreite von Determinanten des Lehrerhandelns. Da das Handeln von Lehrpersonen von einer Vielzahl von Bedingungen beeinflusst wird, lässt sich deren simultane Erfassung und Kontrolle kaum im eigentlich notwendigen Ausmass realisieren (vgl. Bonsen, 2010).

Die in Unterkapitel 2.4.3 beschriebene und dargestellte Studie von Trendel et al. (2008) untersuchte nebst der Nachhaltigkeit und den Auswirkungen der vermittelten Inhalte zur Lern-

prozessorientierung (drei Basismodelle zum Lehren und Lernen) auch die Wirksamkeit der Fortbildung als Interventionsmassnahme. Die Fortbildung fand in folgendem Kontext und Design statt (vgl. Wackermann et al., 2007). Physikunterricht, wie er in Unterkapitel 2.4.3 beschrieben und gefordert wird, stellt Lehrpersonen vor besondere Herausforderungen. Er verlangt eine ungewohnt differenzierte Fokussierung auf Schülerinnen und Schüler, ihr Lernen, auf Lernprozesse, aber auch auf Lerninhalte. Eine dieser Fokussierung entsprechende Lehrerfortbildung wurde geplant, durchgeführt, evaluiert und somit deren Wirksamkeit überprüft. Die Forschungslage zur Qualität und Wirksamkeit von Fortbildungen ist, wie bereits erwähnt, äusserst defizitär. Mögliche Gründe sind sicherlich darin zu suchen, dass das berufliche Handeln von Lehrpersonen durch viele Faktoren beeinflusst wird, welche in Fortbildungen nur zu einem kleinen Teil angesprochen werden, und somit in der Forschung eine vollständige Kontrolle unmöglich ist. Dementsprechend ist die Wirksamkeit von Fortbildungen unklar und sie wird häufig kritisch beurteilt.

Trendel et al. (2008) benennen im Rahmen ihrer Studie günstige, erfolgsfördernde Faktoren für Fortbildungen auf drei Ebenen:

Organisatorische Ebene

- *Langfristigkeit statt punktueller Veranstaltungen*
- *Wechsel zwischen Input- und Erprobungsphasen*
- *Möglichkeit zu kollegialem Austausch und zur Kooperation*

Inhaltliche Ebene

- *enger fachdidaktischer Fokus*
- *inhaltlicher Rahmen und klare Ziele*

Methodische Ebene

- *Ansetzen an der tatsächlichen Praxis und den Überzeugungen der Teilnehmenden*
- *Freiräume und selbstbestimmtes Lernen*
- *Reflexion und (Video-)Feedback*

Die Nutzung und der Einsatz von Unterrichtsvideos haben als methodische Variation ein erhebliches Potenzial. Sie dienen einerseits als Feedback, andererseits zur Verdeutlichung theoretischer Konstrukte. Erkenntnisse und Urteile über den Unterricht können hier auf konkrete Situationen bezogen werden. Einzelne Sequenzen können wiederholt und unter verschiedenen Schwerpunktsetzungen betrachtet bzw. analysiert und verglichen werden (vgl. Petko et al., 2003).

Im Trend liegen auch individualisierte Fortbildungsverfahren, wie beispielsweise das Coaching. Coaching kann dort eingesetzt werden, wo es um Änderungen festgefahrener Vorstellungen und Handlungsmuster zum Unterricht geht. Coachingprinzipien, welche aus den Bereichen Personalentwicklung und Unternehmensberatung stammen, nutzten Fischler und Schröder (2003) in Verbindung mit Elementen der kognitiven Verhaltenstherapie und erreichten bei einzelnen Lehrpersonen Verhaltensänderungen in Zielbereichen, welche von

diesen selbst gewählt wurden. In dieser Form des Coachings mied der Coach sein Expertenurteil, unterstützte aber durch entsprechende Coachinghaltung den Coachee in der Zielerreichung.

Staub (2004) wählte im fachspezifisch-pädagogischen Coaching als Coachingansatz einen deutlich direkteren Weg, welcher im Fortbildungsprojekt Content-Focused Coaching erfolgreich erprobt wurde. Der Coach bewegt die Lehrperson als Partner in eine als theoretisch sinnvoll erkannte Richtung und übernimmt dabei einen Teil der Verantwortung für die Planung und Durchführung des Unterrichts (vgl. Beck et al., 2008).

Das Projekt „SUPRA – Entwicklung und Evaluation einer Lehrerfortbildung zur Förderung der physikdidaktischen Kompetenz von Sachkundelehrpersonen“ befasst sich mit einer Lehrerfortbildungsmassnahme, welche internetunterstützt durchgeführt wurde. Um die Lehrpersonen bei der Gestaltung des physikbezogenen Sachunterrichts zu unterstützen, wurde diese Fortbildungsmassnahme entwickelt und evaluiert. Die Zielsetzungen bestanden darin, den Aufbau von inhaltspezifischem Fachwissen, fachdidaktischen Kompetenzen sowie Interesse und Zuversicht mithilfe entsprechender Inhalte kompetent umsetzen zu können. Im fachdidaktischen Bereich wurde der Frage nachgegangen, wie die Lehrpersonen die Fortbildungsmassnahmen beurteilen und inwieweit sich die Vorstellungen im fachdidaktischen Kontext durch die Lehrerfortbildung verändern lassen. Das Forschungsdesign basierte auf einer Prä-/Posttest-Erhebung, welche mit Fragebogen und Interview die Daten erhob, welche qualitativ und quantitativ analysiert wurden (vgl. Heran-Dörr et al., 2015).

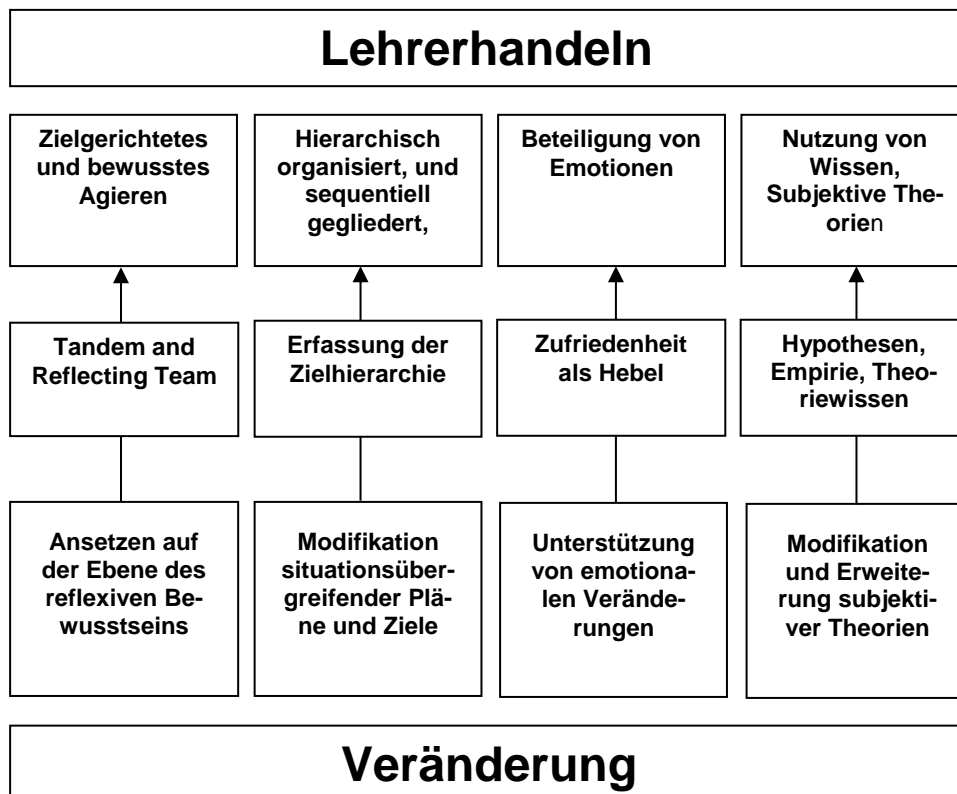
Ziel von Fortbildungen ist es, das Handeln zu verändern. Das ist offensichtlich im Bereich der Lehrerbildung nicht einfach, wie Berichte über langfristige Wirkungen von Ausbildung und Fortbildung zeigen (vgl. Mutzeck, 1988; Wahl, 2002).

Mit Blick auf den Forschungsstand nutzt die hier skizzierte Fortbildung ein theoretisches Modell zur Modifikation von Lehrerhandeln, das von Wahl (2001, 2002) im Rahmen des Forschungsprogramms „Subjektive Theorien“ (vgl. Groeben et al., 1988) formuliert wurde (vgl. Abb. 20):

Handeln unterscheidet sich nach Wahl (2001, S. 166) von Verhalten und Tun durch den Grad des reflexiven Bewusstseins (vgl. auch Groeben, 1986). Zusätzlich ist Handeln charakterisiert durch drei weitere Merkmale:

1. *Handeln ist in Zielsetzungen und Abläufen hierarchisch und in Sequenzen gegliedert. Das bedeutet, dass situationsübergreifende Ziele und Planungen weiter darunter liegende Sequenzen umfassen und somit beeinflussen.*
2. *Handeln wird zu nicht unwesentlichen Teilen durch Emotionen geprägt bzw. beeinflusst (vgl. Mutzeck, 1988).*
3. *Handeln baut auf einer Wissensbasis auf.*

Abb. 20: Modell des Lehrerhandelns (vgl. Wahl, 2001)



In einer Fortbildungssequenz geht es um die Bewusstmachung dieser Merkmale. Einen besonderen Stellenwert besitzt die Wissensbasis, die nach Groeben et al. (1988) in Form von subjektiven Theorien organisiert ist. Bei Lehrpersonen äussern sich diese subjektiven Theorien in Form von komplexen Konzepten bzw. Vorstellungen, welche sich auf den schulischen Handlungsbereich beziehen und durch systematisches Lernen, aber auch Erfahrungswerte gebildet haben. In einem Veränderungsprozess, in welchem es um Handlungsveränderungen geht, kann der Einsatz eines Coachings von Nutzen sein. Der Coach unterstützt die Lehrpersonen mittels Feedback und gemeinsamer Analyse von Unterrichtssituationen. Dabei können videografierte Unterrichtssequenzen und theoriebasierte Videoanalysen als wirkungsvolle Instrumente eingesetzt und genutzt werden. Besteht bei einer Lehrperson Unzufriedenheit bezüglich der Ergebnisse des Unterrichts, werden ihr theoretische und praktische Hilfen zur Veränderung als Angebote zur Verfügung gestellt, welche sich meistens an den Basismodellen orientieren (vgl. Trendel et al., 2008). Diese Unterstützung hat meistens eine wirksame Nachhaltigkeit zur Folge.

2.6 Fazit

„Das grosse Ziel von Bildung ist nicht nur Wissen, sondern auch Handeln“

Herbert Spencer, englischer Philosoph und Soziologe, 1820–1903

Das einleitende Zitat fasst nochmals die Bandbreite von Bildung zusammen: Wissen einerseits, Kompetenzen für die Umsetzung und das Handeln andererseits. Beide Bereiche sind in der bildungswissenschaftlichen Theorie und Professionsforschung umfassend erforscht und beschrieben.

Im Theorieteil (vgl. Kapitel 2) stand die facettenreiche, allgemeine Auseinandersetzung mit den Begrifflichkeiten der professionellen Kompetenzen und des Professionswissens im Zentrum. Spezifisch wurden Anknüpfungspunkte zum Forschungsprojekt INTeB beschrieben. Zentral waren die Hinweise zur Veränderbarkeit von Professionswissen durch Fortbildung. INTeB basiert auf einem Forschungsdesign, bei welchem die Veränderung des Professionswissens anhand einer lernprozess- bzw. inhaltsorientierten Fortbildung untersucht wird.

Hinweise zur Erfassung von Professionswissen finden sich nebst TEDS-M (vgl. Blömeke et al., 2009) und COACTIV (vgl. Baumert et al., 2006b) auch bei Studien wie IGLU (vgl. Bos et al., 2010), IGEL (vgl. Kunter et al., 2011) und Nationalfonds-Projekt „Adaptive Lehrkompetenz“ (vgl. Beck et al., 2008). Teilweise wurden die erwähnten Studien in einzelnen Unterkapiteln näher beschrieben.

Die angesprochenen Studien beschränken sich meistens auf das vorhandene Professionswissen und die Frage, wie es angewendet wird. Im Vergleich dazu ist eine mögliche Veränderbarkeit von Professionswissen anhand von Fortbildungssequenzen noch nicht hinreichend erforscht worden. Meistens steht in Studien, welche sich mit Fortbildung befassen, die Wirksamkeit im Zentrum des Interesses (vgl. Lipowsky, 2010, S. 40). Die aktuelle Forschungslage zum Professionswissen von Lehrpersonen ist eher unbefriedigend, da nur in Mathematik aufgrund diverser Studien gesichertes Wissen über das Professionswissen von Lehrpersonen vorliegt (Borowski et al., 2011). Der Umstand, dass das vorhandene Professionswissen und weniger dessen Veränderbarkeit im Forschungsinteresse stand, muss gemäss aktueller Recherche (Stand 2011) als Defizit in der Professionsforschung bezeichnet werden.

Somit kann dem vorliegenden Forschungsvorhaben als eine mögliche die folgende Frage zugrunde gelegt werden:

Wie verändert sich das vorhandene Professionswissen der Lehrpersonen aufgrund einer lernprozessorientierten bzw. einer inhaltsorientierten Fortbildung?

Eine genauere und differenziertere Beschreibung der Fragestellung folgt in Unterkapitel 3.3.

Empirischer Teil

3 Methode

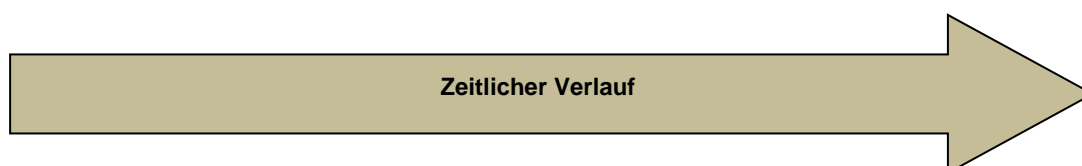
Die folgenden Unterkapitel setzen sich mit den methodischen Überlegungen für die Untersuchung der Forschungsfragen und der Überprüfung der Forschungshypothesen auseinander. An erster Stelle steht im Unterkapitel 3.1 das Forschungsdesign des Projekts INTeB, gefolgt von den Angaben zum Interventionselement „Fortbildung“ (vgl. Unterkapitel 3.2). Im Unterkapitel 3.3 werden die Forschungsfragen und -hypothesen aufgelistet. Sie bilden die Grundlage für die Auseinandersetzung mit den gewählten Erhebungsinstrumenten. Allgemeine Überlegungen und projektspezifische Gedanken zur Konstruktion der eingesetzten Erhebungsinstrumente, aber auch zur geplanten Datenauswertung finden sich im Unterkapitel 3.4. Ein weiteres Unterkapitel ist der ganzen Thematik Sampling – Stichprobe (vgl. Unterkapitel 3.5) gewidmet.

3.1 Forschungsdesign Projekt „INTeB“

In der Einleitung (vgl. Kapitel 1) wurde bereits ein Einblick in das Forschungsprojekt Innovation naturwissenschaftlich-technischer Bildung in Grundschulen der Region Bodensee (INTeB) gewährt. Das Forschungsprojekt INTeB war in seiner Projektanlage komplex. Das folgende Schema (vgl. Abb. 21) zeigt diese Komplexität in vereinfachter, übersichtlicher Darstellung auf.

Abb. 21: Forschungsdesign Projekt „INTeB“

T1: Fragebogen und Leitfadeninterviews PC, PCK, CK	Fortbildungen Studienteil A	T2: Fragebogen und Leitfadeninterviews PCK, CK, Fortbildungen	Einsatz des mobilen Lernarrangement Studienteil B						T3: Fragebogen und Leitfadeninterviews PCK, CK
	Interventionsgruppe IG_I <i>Fachdidaktische Inhalte</i> (Oktober 2011–März 2012)		1. Stunde	2. Stunde	3. Stunde	4. Stunde	5. Stunde	6. Stunde	
	Interventionsgruppe IG_{II} <i>Fachwissenschaftliche Inhalte</i> (April 2012–Juli 2012)								
	Kontrollgruppe KG <i>Keine Fortbildung</i> (Oktober 2012–März 2013)								



Wie aus der Darstellung (vgl. Abb. 21) ersichtlich ist, war die Studie aufgeteilt in zwei Teile. Teil A befasste sich mit den Fortbildungen für die beiden Interventionsgruppen IG_I (Fortbildungsfokus fachdidaktisches Wissen) und IG_{II} (Fortbildungsfokus Fachwissen). Auf die Inhalte und die Zielsetzungen der beiden Fortbildungen wird im Unterkapitel 3.2 ausführlicher eingegangen. Studienteil B setzte sich mit dem Einsatz des mobilen Lernarrangements auseinander und diente vorwiegend der Gewinnung der Daten für die weiteren Teilprojekte und Forschungsbereiche innerhalb des Gesamtprojektes.

Für die Datenerhebung waren bei den zwei Interventionsgruppen (IG_I und IG_{II}) drei Messzeitpunkte (T1 Projektbeginn, T2 Fortbildungsende und T3 Projektende) bzw. zwei Messzeitpunkte (T1 Projektbeginn und T3 Projektende) für die Kontrollgruppe, welche keine Fortbildung hatte (vgl. auch Tab. 74), gesetzt. Die eingesetzten Erhebungsinstrumente werden im Unterkapitel 3.4 dargestellt und beschrieben. Weitergehende detaillierte Angaben zum ganzen Projektverlauf finden sich im Anhang VII.

Fortbildungen stellen für die vorliegende Arbeit jedoch auch im Projekt INTeB ein zentrales Element dar. Das folgende Unterkapitel widmet sich diesem Element ausführlich.

3.2 Interventionselement Fortbildung im Projekt „INTeB“

Im Projekt INTeB hatte das Interventionselement Fortbildung einen besonderen Stellenwert, da zwei der drei Teilstichproben mit unterschiedlichen Fortbildungsschwerpunkten auf die Unterrichtssequenzen (Studienteil B) vorbereitet wurden. Für die Beantwortung der vorliegenden Forschungsfrage (Wie verändert sich das vorhandene Professionswissen der Lehrpersonen aufgrund einer lernprozessorientierten bzw. einer inhaltsorientierten Fortbildung?) ist das Interventionselement Fortbildung von zentralem Interesse. In der Folge geht es darum, die Inhalte, Intentionen und Zielsetzungen für dieses Element darzustellen.

3.2.1 Fortbildung

Die Fortbildung stellt, wie bereits erwähnt, im ganzen Forschungsdesign ein zentrales Element dar, primär für die Forschungsfrage, welche sich auf die Untersuchung des Professionswissen bezieht, tangiert letztendlich jedoch auch die anderen Forschungsbereiche. (vgl. Anhang VII).

Es wurden zwei Fortbildungssequenzen konzipiert, welche sich im Inhalt so unterscheiden, dass sie dem jeweiligen Fokus der entsprechenden Interventionsgruppe gerecht werden. Konkret bedeutet das Folgendes: die Fortbildungssequenz, welche durch die Interventionsgruppe IG_I besucht wurde, konzentrierte sich auf die Lernprozesse und somit eher auf die fachdidaktischen Belange; die Fortbildungssequenz, an welcher die Interventionsgruppe IG_{II} teilnahm, stellte den inhaltlichen Aspekt und somit das Fachwissen in den Vordergrund.

3.2.1.1 Allgemeine Fortbildungsinhalte

Nebst den unterschiedlichen Fortbildungsinhalten (vgl. Unterkapitel 3.2.1.2 und 3.2.1.3), gab es auch Inhalte, welche beiden Gruppen gleichermaßen vermittelt werden mussten. Zusätzlich zu den organisatorischen und administrativen Belangen zum Gesamtprojekt INTeB, waren es grundlegende Informationen, welche den Umgang mit den Lernmaterialien betrafen. Diese Informationen und die Vorgaben bzw. Rahmenbedingungen mussten sehr detailliert und klar vermittelt werden, damit beide Gruppen in der Umsetzung identische Voraussetzungen hatten und sich wenige Umsetzungsunterschiede zwischen den Interventionsgruppen zeigen würden. Auch die organisatorischen Belange nahmen viel Zeit in Anspruch, da der Einsatz des mobilen Lernarrangements personell wie auch materiell sehr aufwändig war.

Tab. 10: Überblick über die allgemeinen Fortbildungsinhalte

Allgemeine Informationen für beide Interventionsgruppen	<p>Checkliste zum Einsatz des Lernarrangements Fliegen</p> <p>Grundsätzlich:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Das Lernarrangement soll innerhalb der Rahmenvorgaben selbstständig von den SuS im Sinne eines offenen Werkstattunterrichts bearbeitet werden. • Bitte keine lehrerzentrierten Phasen zwischenschieben. • Probleme und Fragen der Schülerinnen und Schüler klären Sie bitte bevorzugt individuell. <p>Dauer des Einsatzes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 6 Unterrichtslektionen bzw. -stunden (à 45 Min.) innerhalb von maximal 10 Tagen. • Struktur: <ul style="list-style-type: none"> ○ 1. + 2. Stunde als Doppelstunde (mit Einführung), ○ 3. Stunde einzeln (Coaching), ○ 4. + 5. Stunde als Doppelstunde (mit Videografie), ○ 6. Stunde einzeln oder im Anschluss an 4. + 5. Stunde <p>Einführung des Lernarrangements (ca. 15 Min.):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tonbandgerät einschalten • Inhaltliche Einführung: Vorkenntnisse aktivieren, Fragehaltung wecken, Motivation → Hinleitung auf Frage: Warum fliegt etwas? Dazu Folien + Textbausteine als Angebot • Aufbau des Lernarrangements (Themenfelder, Stationen pro Themenfeld, Anzahl Stationen) den SuS erläutern → Überblick geben, ev. Exploration und Lernziele der einzelnen Posten • Handhabung der Materialien erläutern (Bedeutung Symbole, Aufbauen und Aufräumen) • Aufklärung über Gefahrenquellen: siehe Handreichung zu den Stationen • Umfang und Reihenfolge der Bearbeitung erläutern: <ul style="list-style-type: none"> ○ Über gesamte Bearbeitungszeit von jeder Farbe (Themenfeld) drei Stationen ○ zunächst von einer Farbe drei Stationen, dann wechseln. • Laufzettel erläutern • Paare bilden (lassen) – diese sollen, soweit sinnvoll, die ganze Lernsequenz zusammenarbeiten • Kooperation als wichtiges Lernelement ansprechen, SuS zu Kommunikation über ihre Gedanken, Ideen ... im Lerntandem ermutigen • Klassenmanagement: auf in Ihrem Klassenraum geltende Regeln auch für Arbeit im Lernarrangement hinweisen.
---	--

Die oben stehende Tabelle (vgl. Tab. 10) zeigt die allgemeinen Fortbildungsinhalte im Überblick. Die beschriebenen Elemente wurden im zeitlichen Ablauf der Fortbildung so eingeplant, dass sie mit den spezifischen Elementen verknüpft werden konnten. Ein Beispiel zur

Illustration: Handhabung und Einsatz des Lernmaterials¹⁸ war erst dann ein Thema, nachdem die Teilnehmenden die 16 Lernstationen kennengelernt hatten.

Nach dem Überblick über die allgemeinen Fortbildungsinhalten folgen nun Beschreibungen, Informationen und Zusammenstellungen zu den spezifischen Inhalten der jeweiligen Interventionsgruppen.

3.2.1.2 Spezifische Fortbildungsinhalte Interventionsgruppe I (IG_I)

Für die Interventionsgruppe IG_I fokussierte sich die zweitägige Fortbildung auf die Lernprozessorientierung bzw. das fachdidaktische Wissen. Das Hauptthema bildete die Abfolge des naturwissenschaftlichen Arbeitens bzw. Problemlösens. Die folgende Tabelle skizziert diese Abfolge stichwortartig (vgl. Tab. 11). Diese Thematik wurde bewusst gewählt, weil sie u. a. einerseits einen wichtigen Aspekt im Professionswissen bzw. im fachdidaktischen Wissen darstellt, andererseits jedoch auch für den Forschungsbereich der Lernunterstützung relevant ist.

Tab. 11: spezifische Fortbildungsinhalte für die Interventionsgruppe I (vgl. INTeB, 2012)

Spezifische Fortbildungsinhalte Interventionsgruppe IG_I	<p>Naturwissenschaftliches Arbeiten bzw. Problemlösen</p> <p>An einzelnen Posten die Tiefenstruktur exemplarisch erarbeiten/zeigen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Explorieren/Problemgenerierung, - Verfügbarkeit inhaltlicher Informationen sicherstellen, - Erklärung in der Realsituation, - Übertragung zwischen Realsituation und Laborsituation herstellen, - operationales Modell, - konkret auf den Versuch bezogene Vorhersage, - Beobachtungskriterien festlegen (ggf. Messverfahren benennen), - Variationsmöglichkeiten festlegen, - Versuch durchführen/Beobachtung durchführen, - Ergebnisse der Beobachtung sichern, - Beurteilung auf Basis der Beobachtungen, - Bezug zur Problemstellung in Realsituation herstellen
---	--

Die Tiefenstruktur des naturwissenschaftlichen Arbeitens hat einen engen Theorie- und Praxisbezug zur Tiefenstruktur des allgemeinen Problemlösens nach Oser und Baeriswyl (vgl. Unterkapitel 2.4.3.3). Die folgenden Darstellungen zeigen die Bezüge zwischen der allgemeinen Tiefenstruktur (Spalte 2) und jener für das naturwissenschaftliche Arbeiten (Spalte 1). Damit die Fortbildungsteilnehmenden sich unter den theoretischen Grundlagen etwas vorstellen konnten, wurden in der Spalte 3 Hinweise und Beispiele zur Lernprozessunterstützung gegeben (vgl. Tab. 12).

¹⁸ Ist in der Tabelle (vgl. Tab. 10) fett markiert.

Tab. 12: Tiefenstrukturbezüge und Lernunterstützung (vgl. INTeB, 2012)

Naturwissen- schaftliches Arbeiten	Tiefenstruktur spezi- fisch für Naturwissen- schaften	Tiefenstruktur allge- meines Problemlösen (nach Oser/Baeriswyl, 2001)	Struktur lernunterstützender Impulse
Fragestellung finden	Explorie- ren/Problemgenerierung	Problem erkennen und beschreiben	Ziel: Fragehaltung anregen; Präkonzepte aktivieren Vorgehen: Frage nach Erstaunlichem, Überraschen- dem, Unklarem. Hinweis auf Diskrepanz Aufforderung zum Hinterfragen von Phäno- menen. Bisherige Bilder und Erfahrungen erfragen. Beispiel: Schaut mal, das ist doch erstaun- lich, dass das funktioniert! Kann das eigentlich gehen? Hast du dir schon einmal überlegt, warum bzw. wie ...? Worum geht es bei dieser Station? (in eigene Worte fassen lassen) Hast du zu diesem Thema schon einmal etwas gehört/beobachtet? Was weißt du über ... (z. B., wenn du Flug- zeuge gesehen hast, wie sind die Flügel?)
	Vorwissen aktivieren oder Verfügbarkeit inhalt- licher Informationen sicherstellen, die im weiteren Verlauf ange- wandt werden müssen.		
Modellierung	Erklärung (= Lö- sung[sidee] des Prob- lems im Sinne eines Modells) der Realsituati- on	Problemlösungen über- legen und möglichst genau beschreiben	Ziel: zu Erklärungsideen, Mutmassungen anregen, zum Abwägen vorgegebener Erklä- rungen anregen, Modellvorstellung entwickeln, Relation Real- /Labor-Situation durchschauen Vorgehen: Herausarbeiten der relevanten Aspekte, Analogien herausarbeiten, Ideen für Modellierung der einzelnen Teil- e/Teilprozesse entwickeln. Beispiel: Probier mal, das zu erklären, was da pas- siert. Was ist erforderlich, was musst du in deinem Experiment nachbauen, berücksichtigen? Wie könnten man XY nachbauen? Was vom (vorhandenen) Material könnte was beim wirklichen Fliegen/Flugzeug ent- sprechen? In der Realität hast du ..., was könnte das in deinem Experiment sein? Wie könntet ihr das als Versuch mit diesem Material ausprobieren?
	Übertragung zwischen Realsituation und Labor- situation herstellen (Ana- logie bilden).		

Naturwissen- schaftliches Arbeiten	Tiefenstruktur spezi- fisch für Naturwissen- schaften	Tiefenstruktur allge- meines Problemlösen (nach Oser/Baeriswyl, 2001)	Struktur lernunterstützender Impulse
Hypothesenbildung	Erklärung in Laborsituati- on übertragen (im Sinne eines operationalen Mo- dells)		<p>Ziel: zu konkreten Vorhersagen anregen; Wechsel von Präkonzepten zu konkreten Vorhersagen unterstützen</p> <p>Vorgehen: Vermutungen erfragen, konkrete Vorhersa- gen erbitten, zu Konkretisierungen anregen</p> <p>Beispiel: Was ist deine Erklärung? Was müsste passieren, wenn eure Vermu- tung/Erklärung stimmt? Wenn XY mit ihrer Vermutung recht hat, wie müsste sich dann das Objekt bewegen? Was habt ihr dann herausgefunden? Wie müsste der Unterschied sein zwischen ...?</p>
	Konkret auf den Versuch bezogene Vorhersage (Vermutung im Sinne einer Hypothese mög- lichst konkret auf den Versuch bezogen formu- lieren)		
Experiment planen	Beobachtungskriterien festlegen (ggf. Messver- fahren benennen)		<p>Ziel: die SuS dazu anhalten, genau zu klä- ren, welche Bedingungen gelten, was wie gemessen wird, welche Variationen einge- baut werden</p> <p>Vorgehen: Fragen nach detailliertem Vorgehen; Hinweise zur Konkretisierung; Impuls, Variablen genau zu beschreiben;</p> <p>Beispiel: Erläutert mir euer Vorgehen. Worauf schaut ihr besonders? Wie soll das Experiment sein? Was willst du nacheinander machen? Wenn du das Experiment immer wieder machst, aber jedes Mal einen Punkt verän- derst, was kannst du so herausfinden? Was muss gleich bleiben? Wie willst du herausfinden, was passiert, wenn du es so machst?</p>
	Variationsmöglichkeiten festlegen (unter Berück- sichtigung der Variablen- kontrollstrategie)		

Naturwissen- schaftliches Arbeiten		Tiefenstruktur spezi- fisch für Naturwissen- schaften	Tiefenstruktur allge- meines Problemlösen (nach Oser/Baeriswyl, 2001)	Struktur lernunterstützender Impulse
Experiment durchführen		Versuch durchfüh- ren/Beobachtung durch- führen	Problemlösung anwen- den	Ziel: SuS zu Umsetzungstreue anhalten; Durchführungsprobleme finden und beheben Vorgehen: Versuchsdurchführung genau erklären las- sen; nach Schwierigkeiten fragen. Beispiel: Wie geht ihr vor? Was müsst ihr bei der Durchführung beachten? Was ging schief? Welche Ideen habt ihr, was falsch gelaufen ist? Habt ihr eine Idee, was ihr tun könntet, um dieses Problem zu beheben? Vergleicht nochmals die Aufgabe mit eurem Versuchsaufbau. Was hast du beobachtet? Habt ihr euch etwas notiert?
	Daten erfassen	Ergebnisse der Beobach- tung sichern		
	Daten auswerten	Beurteilung auf Basis der Beobachtungen, ob Vor- hersage eingetroffen ist und folgern, ob Erklärung richtig sein könnte	Problemlösung bewerte- ten, ggf. alternative Lösungen suchen und zurück zu Schritt 2	Ziel: Beobachtung und Vermutung verglei- chen. Daten mit Hypothesen in Verbindung setzen. Vorgehen: Zu genauer Verschriftlichung der Messungen anhalten. Vorschläge zur Datendokumentation einho- len. Beispiel: Was hast du gemessen? Was sagen euch diese Zahlen? Können eure Zahlen stimmen? Wie könnte man das übersichtlich festhal- ten? Was ermöglicht euch, schnell zu erkennen, was ihr gemessen habt? Habt ihr das Experiment mehrmals durchge- führt, um sicher zu sein, dass es so aus- geht?
Schlussfolgern		Übergang von Laborsitu- ation zu Realsituation (Bezug zur Problemstel- lung in Realsituation [vom Anfang] herstellen)	Problemlösung als zielführend festhalten und Problem lösen	Ziel: Das Versuchsergebnis für die Beant- wortung der Forschungsfrage vom Anfang (Realsituation) nutzen. Vorgehen: Aufforderung zum Rückbezug auf die An- fangsfrage und deren jetzige Beantwortung; zu Interpretation der Daten anregen; Ergebnisse mit SuS diskutieren. Beispiel:
		Ggf. neue Erklärung und Vorhersage entwickeln, ggf. Prozess neu starten	Verallgemeinerung der Problemlösung überprü- fen und Problemlö- seprozess insgesamt beurteilen	

Naturwissen- schaftliches Arbeiten	Tiefenstruktur spezi- fisch für Naturwissen- schaften	Tiefenstruktur allge- meines Problemlösen (nach Oser/Baeriswyl, 2001)	Struktur lernunterstützender Impulse
			<p>Beim Experiment habt ihr Ergebnisse bekommen. Was sagen euch diese Ergebnisse jetzt für das Fliegen/die Rakete ...?</p> <p>Ihr wolltet mit diesem Experiment etwas herausfinden, worum ging es da? Was wisst ihr jetzt darüber?</p> <p>Wie erklärst du jemand anderem, was ihr mit dem Versuch herausgefunden habt?</p> <p>Kann das sein? Müsstest du noch ein anderes Experiment machen? Was für eines?</p> <p>Fällt euch noch etwas ein, was ihr damit erklären könntet?</p>

Aus dieser Auflistung heraus wurden für die Teilnehmenden Leitsätze zur Lernunterstützung formuliert (vgl. Tab. 13) und abgegeben. Die Leitsätze waren als didaktischer Leitfaden für die Lehrpersonen der Interventionsgruppe IG₁ während den sechs Lektionen Unterricht mit dem mobilen Lernarrangement gedacht.

Tab. 13: Leitsätze für die Lernbegleitung (vgl. INTeB, 2012)

Zurückhaltung:	<i>Nur ein Gespräch anfangen, wenn die Kinder fragen, nicht einfach so von der Lehrperson aus (ausser bei längeren unkonzentrierten Phasen des Teams oder bei gefährlichem, zerstörendem Verhalten).</i>
Zuerst erzählen lassen:	<i>Sich von den Kindern erzählen lassen, worum es geht, was sie gemacht haben, warum es funktioniert, was nicht geklappt hat, wie sie sich das erklären.</i>
Versuchen, die Lernenden erklären zu lassen:	<i>Selbst keine Erklärungen abgeben, jedoch die Kinder danach fragen, wie sie sich die Sache vorstellen. Beide Kinder ihre Vermutungen erzählen lassen. Allfällige Unterschiede oder Unsicherheiten zum Anlass zu nehmen, zu fragen: Wie können wir das herausfinden?</i>
„Es geht nicht!“ – warum? Hilfe zur Selbsthilfe:	<i>Wenn Kinder sagen, das funktioniert hier nicht oder helfen Sie uns, oder tun Sie das, erzählen und erklären lassen, das Problem erkennen, sie überlegen lassen, wie es gehen könnte, warum es nicht geht und nicht zeigen oder selbst durchführen.</i>
Aufforderung zum strukturierten Arbeiten:	<i>planen, ausprobieren, handeln, neu planen, ausprobieren ...</i>
Teamressourcen:	<i>beide Kinder im Team aktivieren, verschiedene Ideen sammeln</i>
„Ich komme nicht drauf, möchte etwas anderes!“	<i>Die Motivation der Lernenden kann mithilfe von Lob, Interesse und Aufmerksamkeit aufrechterhalten werden.</i>
Not to do!:	<i>Befehle, Abwertungen, ...</i> <i>„Mach es so!“</i> <i>„Ich helfe dir!“</i> <i>„Lies den Auftrag nochmals!“</i> <i>„Wie kann man denn auf so eine (blöde) Idee kommen.“</i> <i>„Das ist völlig verkehrt/falsch.“</i> <i>„Ihr müsst halt mehr denken/genauer arbeiten/...“.</i>

3.2.1.3 Spezifische Fortbildungsinhalte Interventionsgruppe II (IG_{II})

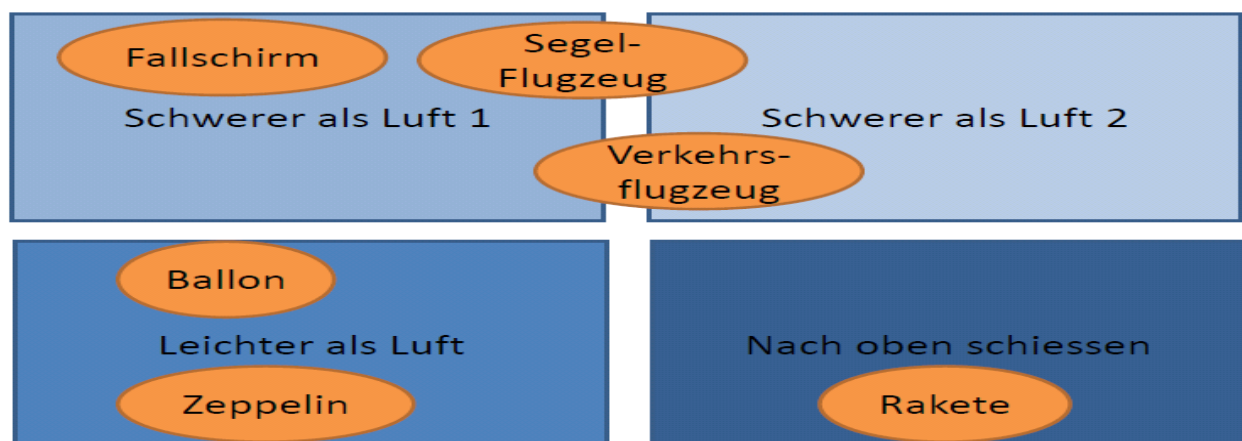
Die zweitägige Fortbildungssequenz der Interventionsgruppe II fokussierte das Fachwissen. Es ging darum, die Teilnehmenden für die physikalischen Phänomene des Fliegens zu sensibilisieren. Die Absicht bestand darin, dass die Lehrpersonen der Interventionsgruppe IG_{II} die 16 Lernstationen vom physikalischen Standpunkt her verstanden und somit den Schülerinnen und Schüler ihrer Klasse erklären konnten, welches physikalische Phänomen hinter einem Lernposten steckt. Als theoretische Grundlage stand eine inhaltliche Struktur zur Verfügung, welche die verschiedenen Möglichkeiten des Fliegens aufzeigte (vgl. Tab. 14).

Tab. 14: Inhaltliche Struktur des physikalischen Phänomens „Fliegen“ (vgl. INTeB, 2012)

Dinge fallen nach unten:	<ul style="list-style-type: none"> • <i>fallen sie langsamer als im freien Fall, fliegen sie</i>
Es gibt drei Grundprinzipien, das Fallen zu verlangsamen, zu stoppen oder sogar umzukehren:	<ul style="list-style-type: none"> • <i>schwerer als Luft 1: das „Nach-oben-Saugen“</i> • <i>schwerer als Luft 2: „Reiten auf dem Luftkissen“</i> • <i>leichter als Luft: „Schwimmen in der Luft“</i> • <i>ohne Luft: das „Nach-oben-Schiessen“</i>
Hinter diesen Grundprinzipien stehen physikalische Konzepte:	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Auftrieb (Dichteunterschiede, Verdrängung)</i> • <i>Wechselwirkungsprinzip (Actio und Reactio; Impulserhaltung)</i> • <i>Strömungsdynamik (Bernoulli-Effekt, Zirkularströmung)</i>

Für die Veranschaulichung der in der oben stehenden Tabelle dargestellten inhaltlichen Struktur sowie für das Erklären der vier physikalischen Prinzipien des Fliegens, dienten mehrere Schaubilder (vgl. Abb. 22; Abb. 23; Abb. 24).

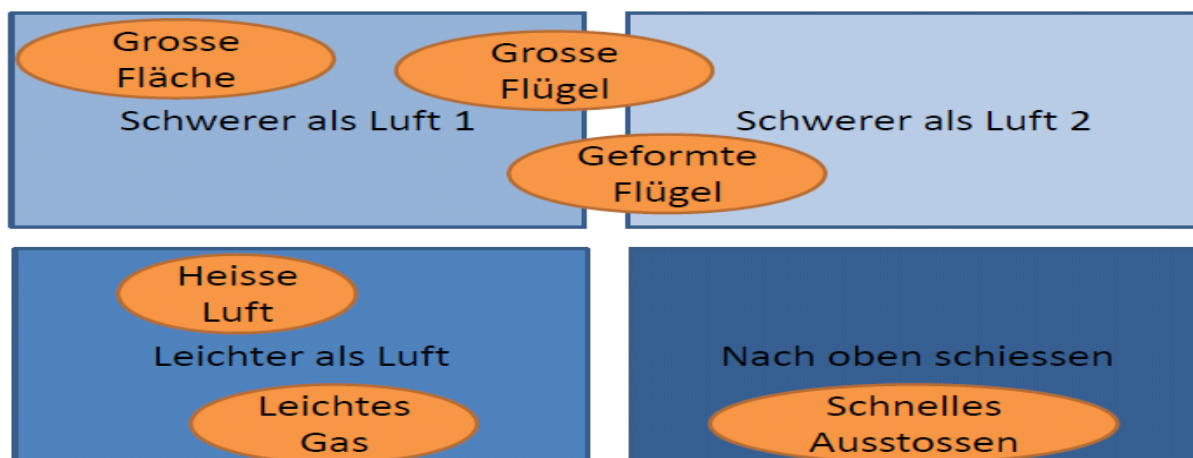
Abb. 22: Schaubild Flugobjekte (vgl. INTeB, 2012)



Die Abbildung (vgl. Abb. 22) zeigt die vier Grundprinzipien, welche in der Tabelle 13 aufgeführt sind, mit jeweiligen Beispielen von Flugobjekten. Dieses Schaubild mit den Grundprinzipien blieb für die weitere Veranschaulichung bestehen, wurde aber angereichert mit anderen Facetten, welche zu einem umfangreicheren Verständnis beitragen sollten. In einer ersten Abwandlung wurde angegeben, welche Flugmechanismen/-tricks die einzelnen Flugobjekte anwenden, um fliegen zu können (vgl. Abb. 23).

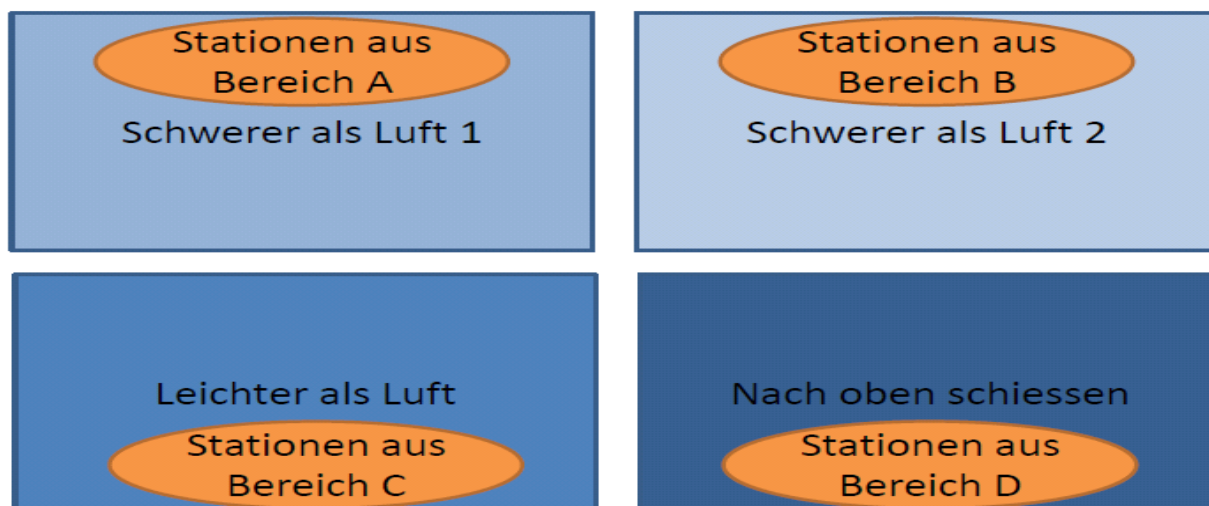
Vereinfachte und veranschaulichte Beispiele: Ein Fallschirm bedient sich einer grossen Fläche, um fliegen zu können. Durch das schnelle Ausstossen der Treibgase schießt eine Rakete nach oben.

Abb. 23: Schaubild Flugtricks (vgl. INTeB, 2012)



Die 16 Lernstationen des mobilen Lernarrangements waren so konzipiert, dass sie den vier Varianten zugeordnet werden konnten. Diese Zuteilung wurde mit dem letzten Schaubild dargestellt und somit eine Brücke zwischen der Theorie und der Praxisanwendung geschaffen (vgl. Abb. 24).

Abb. 24: Schaubild Zuordnung Stationen (vgl. INTeB, 2012)



Mit dieser Abfolge wurde eine Vorgehensweise gewählt, welche für die teilnehmenden Lehrpersonen der Interventionsgruppe IG_{II} rasch einen verständlichen theoretischen Überblick und eine Verknüpfung mit dem mobilen Lernarrangement ermöglichte.

Anhand der in diesem Unterkapitel (vgl. 3.2) beschriebenen Fortbildungsschwerpunkte wurde aufgezeigt, wie und mit welchen Inhalten die beiden Interventionsgruppen auf den Einsatz des mobilen Lernarrangements vorbereitet worden sind.

Ob die beiden Fortbildungsschwerpunkte Auswirkungen auf das Professionswissen haben werden, wird sich in der Datenanalyse bzw. in der Prüfung der Hypothesen zeigen.

3.3 Forschungsfragen und Hypothesen zum Professionswissen von Lehrpersonen

Aufgrund der theoretischen Auslegeordnung, der Verortung des Professionswissens in der Theorie (vgl. Kapitel 2) und des Forschungsdesigns für das Projekt INTeB (vgl. Unterkapitel 3.1) ergeben sich für die Untersuchung und die Datenerhebung folgende Forschungsfragen und -hypothesen.

Die im Projektantrag formulierte Forschungsfrage, welche der vorliegenden Arbeit zugrunde liegt, lautet wie folgt (vgl. INTeB, 2011): Wie wirkt eine lernprozessorientierte bzw. inhaltsorientierte Fortbildung auf das Professionswissen der Lehrpersonen (Fachwissen, didaktisches Wissen) unter der Bedingung unterschiedlichen Vorwissens?

Die daraus abgeleiteten Subfragen und Hypothesen sind in der nachfolgenden Tabelle als Übersicht dargestellt (vgl. Tab. 15)¹⁹.

Tab. 15: Übersicht Forschungsfrage und Hypothesen

Forschungsfrage: <i>Wie wirkt eine lernprozessorientierte bzw. inhaltsorientierte Fortbildung auf das Professionswissen der Lehrpersonen (Fachwissen, didaktisches Wissen) unter der Bedingung unterschiedlichen Vorwissens?</i>		
Subfragen	Hypothesen H₀	Hypothesen H₁
<i>Verändert sich das Professionswissen aufgrund von Fortbildung?</i>	<i>Das Professionswissen verändert sich nicht aufgrund von Fortbildungen.</i>	<i>Das Professionswissen verändert sich aufgrund von Fortbildungen generell.</i>
<i>Welcher Fortbildungsfokus hat welche Auswirkungen?</i>	<i>Der Fortbildungsfokus hat keine spezifischen Auswirkungen auf die Veränderung des Professionswissens.</i>	<i>Der Fortbildungsfokus hat spezifische Auswirkungen auf die Veränderung des Professionswissens.</i>
<i>Hat die Bewertung der Fortbildung einen Zusammenhang mit einer möglichen Veränderung des Professionswissens?</i>	<i>Die Bewertung der Fortbildung hat keinen Zusammenhang mit einer möglichen Veränderung des Professionswissens.</i>	<i>Die Bewertung der Fortbildung hat einen Zusammenhang mit einer möglichen Veränderung des Professionswissens.</i>

In der Folge werden das Forschungsdesign und die Instrumente, welche für die Beantwortung der Subfragen und Prüfung der Hypothesen konzipiert und konstruiert worden sind, dargestellt.

¹⁹ Da es sich um eine internationale Studie handelt, erscheint zudem die zusätzliche Frage interessant, ob sich im Bereich des Ländervergleichs signifikante Unterschiede unter den Ländergruppen herausstellen werden. Dieser Zusatzaspekt wird nur im Ergebnisteil dokumentiert.

3.4 Anlage zur Untersuchung und Konstruktion der Instrumente

Quantitative Befragungen erheben Einstellungen, Orientierungsmuster, Handlungen und Strukturen auf standardisierte Weise, um sie dann in statistisch verwertbare Zahlen zu übersetzen. Das Ergebnis der Erhebung lässt sich dann in Kennziffern (z. B. Mittelwerte oder Korrelationskoeffizienten) ausdrücken bzw. in Prozentwerten, Tabellen oder Schaubildern darstellen und in Zahlenwerten gegenüberstellen (vgl. Schirmer, 2009, S. 67).

Die Grundlage für die Beantwortung der zu Beginn formulierten Forschungsfragen bilden quantitative Daten, welche mittels Fragebogen zu mehreren Messzeitpunkten erhoben wurden (vgl. Unterkapitel 3.1). Anhand dieser quantitativen Daten wird versucht, Phänomene und Wirkungen im Bereich des Professionswissens zu erklären (vgl. Atteslander, 2010, S. 349).

In den anschliessenden Unterkapiteln geht es um die Beschreibung und Auswahlbegründung der verwendeten Instrumente.

3.4.1 Quantitative Datenerhebung im Projekt „INTeB“

Wie in der Einleitung unter dem Titel „Zielsetzung der Forschungsstudie INTeB“ (vgl. Kapitel 1) beschrieben, sind dem Projekt mehrere Forschungsfragen zugeteilt. Bei der Datenerhebung gilt es, immer alle Forschungsfragen zu berücksichtigen. So werden in der Fragebogengenerierung auch Skalen und Items einfließen, welche mit den zu Beginn dieses Unterkapitels erwähnten Haupt- und Subfragen wenig bis nichts zu tun haben. Das Hauptaugenmerk in den weiteren Ausführungen wird allerdings auf jenen relevanten Punkten liegen, welche etwas zur Klärung der dieser Arbeit zugrunde liegenden Forschungsfrage beitragen.

3.4.1.1 Überlegungen und Grundlagen für die Fragebogengenerierung

Ein Fragebogen oder auch unter dem Begriff der schriftlichen Befragung bekannt, ist eines der gebräuchlichsten Evaluationsinstrumente in der quantitativen Datenerhebung.

Altrichter und Posch (1998) sowie Konrad (2010) beschreiben eine grosse Anzahl von Hinweisen, welche bei der Fragebogenkonstruktion beachtet werden müssen. Bei der Konstruktion und Erstellung der im Projekt INTeB verwendeten Fragebogen für den Bereich des Professionswissens galten diese Hinweise als Leitlinien. Im folgenden Unterkapitel wird auf diese Konstruktion eingegangen bzw. einzelne Gedanken und Hintergründe dargelegt.

Der quantitativen Datenerhebung kommt im Projekt INTeB wie auch in anderen Forschungsprojekten, wie beispielsweise in COACTIV, (vgl. Baumert et al., 2006b) oder den TEDS-Studien (vgl. Blömeke et al., 2010), eine hohe Bedeutung zu. Sie wurde mittels Fragebogen mit mehrheitlich geschlossenen Fragen durchgeführt. Folgende generelle Überlegungen charakterisieren die Fragebogen im Projekt INTeB.

Wahl des Erhebungsinstrumentes

Der Fragebogen im Bereich des fachdidaktischen und pädagogischen Wissens basiert auf Items und Skalen anderer Projekte (vgl. Unterkapitel 3.4.1.2). Das hat den Vorteil, dass sie im Bereich der Reliabilität und Itemkorrelation eine gewisse Konstanz und Gütequalität aufweisen, aber bei Bedarf auch einen Abgleich mit anderen Studien ermöglichen sollten.

In der Testtheorie (vgl. Bühner, 2011) werden einige Haupt- und Nebengütekriterien unterschieden. Nebst der Reliabilität und der Validität spielt die Objektivität bei der Durchführung bzw. der Auswertung eines Tests eine wichtige Rolle. Das bedeutet, dass die Durchführung und die Auswertung des Tests bzw. eines Fragebogens sowie die Interpretation der Testleistung einer Person auch dann variieren, wenn unterschiedliche Testleiter den Test durchführen, auswerten oder interpretieren. Das heisst, die ganze Testdurchführung oder im Falle von INTeB die ganze Fragebogenerhebung sollte standardisiert ablaufen. Dazu müssen die Durchführungsbedingungen beschrieben sein. Auswertung und Interpretation des Fragebogens sollten so strukturiert sein, dass jeder Untersucher die gleiche Testleistung für ein und denselben Probanden ermittelt und diese auch gleich interpretiert (vgl. Bühner, 2011).

Auf der Grundlage dieser testtheoretischen Gütekriterien führten folgende Überlegungen dazu, dass für die quantitative Erhebung schriftliche Befragungen gewählt wurden. Eine erste Überlegung ist im organisatorischen Bereich zu suchen. In der ganzen Projektstruktur und im generellen Erhebungsdesign ist vorgesehen, dass die Erhebungen bei den Schülerinnen und Schülern durch Mitglieder des Forschungsteams durchgeführt werden. Nicht nur die Schülerinnen und Schüler, sondern auch die Lehrpersonen wurden in einem Pre-/Postdesign befragt. Die Lehrpersonen füllten ihre Fragebogen zu Fachwissen und Professionswissen teilweise parallel zu den Schülerinnen- und Schülerbefragungen aus. Dies gilt für die Kontrollgruppe generell, bei den Interventionsgruppen trifft diese Parallelität nur für den Post-II-Test (Messzeitpunkt T3) zu.

Der zweite Faktor ist in der Durchführungsobjektivität zu verorten. Die Erhebung findet in drei verschiedenen Ländern und an 75 Schulen statt. Die Durchführung ist auf mehrere Personen aus dem Projektteam verteilt. Mit einem strukturierten Fragebogen, welcher in einer klaren kurzen Beschreibung Angaben zum Ausfüllen des Fragebogens enthält, kann eine einheitliche Durchführung im Sinne der Objektivität erreicht werden.

Der dritte Aspekt dreht sich um die unterschiedlichen Testsituationen. Die Pre- und Post-I-Erhebungen fanden im Rahmen der Fortbildung statt. Um jedoch eine Vergleichbarkeit zwischen den Kohorten zu gewährleisten, brauchte es identische Bedingungen für die Datenerhebung. Dies bedeutet, dass bei den Teilnehmenden der Interventionsgruppen die Daten ebenfalls mittels schriftlichen Befragungen erhoben wurden. Dieses Vorgehen hatte den Vorteil, dass die Erhebung in einem strukturierten Rahmen ablief, allen ungefähr das gleiche Zeitfenster zum Beantworten der Fragen zur Verfügung stand und bei allfälligen Unklarheiten

kurze Präzisierungen gemacht werden konnten. Ansonsten gilt natürlich, dass bei diesem Vorgehen oder bei dieser Instrumentenwahl keinerlei Reaktionsmöglichkeit auf die Antworten der Teilnehmenden gegeben ist (vgl. Altrichter/Posch, 1998, S. 136). Nebst den erwähnten Gründen ist letztendlich für die Beantwortung der Forschungsfrage der Einsatz eines Fragebogens von Vorteil. Da es sich um eine Längsschnittstudie handelt, ist es wichtig, dass die Erhebungsinstrumente eine Konstante bilden. Die Items haben somit immer denselben Wortlaut und die Skalen einen identischen Aufbau.

Diese Aspekte rund um die testtheoretischen Gütekriterien sowie die situativen Bedingungen innerhalb des Projektes, aber auch das Vorgehen für die Beantwortung der Forschungsfrage, liessen den Schluss zu, dass die Datenerhebung mittels Fragebogen die geeignetste Variante war.

Wahl der Itemformate

Die erstellten Fragebogen enthalten offene wie auch geschlossene oder gebundene Fragen. Offene Fragen wurden dort gewählt, wo individuelle Meinungen und Empfindungen zu einem konkreten Bereich zum Ausdruck gebracht werden sollten. Als Beispiele sind zu nennen: generelle Rückmeldungen zum Umgang mit dem mobilen Lernarrangement, Rückmeldungen zur Fortbildungen.

Die Mehrheit der Items gestaltete sich als geschlossene Fragen. Die Teilnehmenden wählen durch Ankreuzen ihre Antwortoptionen (vgl. Altrichter/Posch, 1998, S. 25).

Die gebundenen Items werden dort verwendet, wo es sich im Antwortformat um eine Ratingskala, eine Ja-Nein-Aufgabe oder eine Zuordnungsaufgabe handelt (vgl. Bühner, 2011, S. 108).

Wahl des Antwortformates

Die Wahl des Item- sowie des Antwortformates hängt mit der beabsichtigten Datenerhebung zusammen. Im Falle der Datenerhebung für den Forschungsbereich des Professionswissens im Projekt INTeB drängen sich mehrheitlich geschlossene Fragestellungen auf. In den Antworten geht es um Zustimmungen, Häufigkeiten, Bewertungen und Intensitäten. Somit ist gegeben, dass Ratingskalen bzw. mehrstufige Likert-Skalen eingesetzt werden.

Die oben erwähnten Antwortformate wurden allesamt, jedoch in unterschiedlicher Anzahl verwendet. Am häufigsten wurde mit Ratingskalen gearbeitet, eine Aufgabe gestaltete sich im weitesten Sinne als Zuordnung und die restlichen Items verwendeten das Ja-Nein-Format.

Ratingskalen

Die Mehrheit der Items wurde mit einem Rating als Antwortformat versehen. Oft diente eine vierstufige Antwortskala als Antwortformat, in wenigen Fällen gab es eine fünf- oder sechs-

stufige Antwortskala. Für die Gestaltung wurden bloss verbale Antwortkategorien beschrieben, in der Annahme, dass die verbalen Formulierungen zu ausreichender Validität und Reliabilität führen (vgl. Bühner, 2011, S. 110 ff.). Auf Zahlen oder andere visuelle Hilfsmittel (z. B. „Smilies“) wurde verzichtet.

Die nachfolgende Tabelle zeigt einige Varianten von verbalen Antwortkategorien, wie sie in den Fragebogen des Projektes INTeB Verwendung fanden (vgl. Tab. 16)

Tab. 16: Mögliche Formen von Ratingskalen (vgl. Bühner, 2011, S. 113)

Skalenart	Rating (Auswahl)
Häufigkeitsskalen	<ul style="list-style-type: none"> • <i>sehr häufig – häufig – selten – nie</i> • <i>oft – gelegentlich – wenig – nie</i>
Zustimmungsskalen	<ul style="list-style-type: none"> • <i>stimme völlig zu – stimme zu – stimme eher zu – stimme eher nicht zu – stimme nicht zu – stimme überhaupt nicht zu</i>
Bewertungsskalen	<ul style="list-style-type: none"> • <i>trifft voll und ganz zu – trifft eher zu – trifft eher nicht zu – trifft nicht zu</i>
Intensitätsskalen	<ul style="list-style-type: none"> • <i>sehr hoch – hoch – mittel – gering – sehr gering</i>

Diese Antwortkategorien decken sich mit den Vorschlägen für Ratingskalen nach Rohrmann (vgl. Bühner, 2011, S. 113). Im Projekt INTeB wurden für die Datenerhebung Ratingskalen gewählt, weil sich anhand der Antworten Mittelwerte und somit auch Mittelwertvergleiche bzw. -veränderungen berechnen liessen.

Ja-Nein-Format

Diese Ja-Nein-Items finden sich alle jeweils im Teil A „Allgemeines“ des Fragebogens (vgl. Anhang V). Die meisten dieser Items dienten zur Präzisierung und Analyse der Stichprobe. Die folgende Abbildung (vgl. Abb. 25) zeigt ein Itembeispiel aus dem verwendeten Fragebogen im Ja-Nein-Antwortformat.

Abb. 25: Itembeispiel Ja-Nein-Antwortformat (vgl. INTeB, 2011)

1. Haben Sie im letzten Schuljahr externe Fortbildungsveranstaltungen besucht?	
<input type="checkbox"/>	ja
<input type="checkbox"/>	nein
2. Haben Sie im letzten Schuljahr an schulinternen Fortbildungsveranstaltungen teilgenommen?	
<input type="checkbox"/>	ja
<input type="checkbox"/>	nein

Die in der Literatur verwendeten Hinweise, dass von einem Ja-Nein-Antwortformat infolge problematischer und schwieriger statistischen Analysen abgeraten wird (vgl. Bühner, 2011, S. 117), finden hier keine Berechtigung. Bei der Analyse dieser Items geht es darum, ein Bild der Stichprobe zu erhalten. Es stehen die Häufigkeiten im Zentrum, weitere statistische Analysen sind nicht vorgesehen. Somit kann geschlussfolgert werden, dass bei der Analyse der

im Projekt verwendeten Fragebogen keine erhöhte Ja-sage-Tendenz festzustellen sein wird, welche nicht auf tatsächlichen Ereignissen basiert.

Die hier dargestellten Überlegungen spielten bei der Erstellung und Ausarbeitung der Fragebogen eine tragende Rolle. Der Erstellungsprozess des Fragebogens ist Thema des folgenden Unterkapitels.

3.4.1.2 Erstellungsprozess des Fragebogens

Die konkrete Erstellung des Fragebogens für die quantitative Datenerhebung zum Bereich Professionswissen verlief in mehreren Phasen. Im Folgenden werden zuerst die recherchierten Skalen aus anderen Projekten, welche als Grundlagen dienten, beschrieben und ihre Verwendbarkeit für INTeB diskutiert und dann die einzelnen Phasen erläutert.

Bei der Erstellung von Erhebungsinstrumenten werden die wissenschaftlichen Befunde verschiedener Studien einbezogen und vorhandene Instrumentarien für das eigene Erkenntnisinteresse adaptiert. Anhand von Recherchen und Literaturstudien werden folglich Skalen aus anderen Studien mit ähnlicher Zielsetzung gesucht und an die eigene Zielsetzung angepasst. Dieses Vorgehen wurde auch bei der Entwicklung der Erhebungsinstrumente für INTeB gewählt.

In diesem Arbeitsschritt geht es nicht nur um die Übernahme von Konstrukten, Variablen und Items, sondern auch um die Kenndaten der Skalen. So spielt es beispielsweise eine Rolle, wie gross die Stichprobe war, bei welcher der Fragebogen eingesetzt wurde. Weitere Kenndaten (z. B. Cronbachs α) sind Hinweise auf die Tauglichkeit der Skalen. In allen recherchierten Studien wurden bloss jene Instrumente genauer untersucht, welche sich auf die Befragung der Lehrpersonen und den Bereich des Professionswissens im engeren und weiteren Sinne konzentrierten.

Im Folgenden werden die einzelnen Skalen kurz beschrieben, situiert und eine Wertung über eine mögliche Anknüpfung an das Projekt INTeB abgegeben.

Lernen in der Lernwerkstatt (DORE)

Das Forschungsprojekt „Problemorientierte Aufgaben in der Lernwerkstatt: Wechselwirkungen zwischen Aufgabenstellung, Selbstregulation, Motivation und Lernzuwachs“ wurde durch den Nationalfond (DORE) und das Amt für Volksschule des Kantons St. Gallen als Praxispartner unterstützt. Als Forschungsgegenstand stand eine thematische Reihe zu Wetter und Klimawandel zur Verfügung. Im Forschungsziel ging es darum, anhand instruktiver und konstruktiver Problemstellungen die Lernprozesse der Lernenden nachzuvollziehen und Erkenntnisse im Bereich der Selbstregulation zu gewinnen.

Die Lernwerkstätten, welche in den Regionalen Didaktischen Zentren RDZ im Kanton St. Gallen angeboten werden, zielen auf die Förderung des entdeckenden, problemorientier-

ten, eigenständigen und kooperativen Lernens ab. Dieses ist hinsichtlich der gemeinsamen Regulation von Lernprozessen anspruchsvoll, die Voraussetzungen bezüglich des Vorwissens, des Interesses und der Fähigkeiten zur Regulation von Lernprozessen sind sehr unterschiedlich. Das Forschungsprojekt untersuchte, welche Arten der Aufgabenstellung für welche Schülerinnen und Schüler günstig sind und wie die Schülerinnen und Schüler in den Zweiergruppen bei der Lösung einer Aufgabe vorgehen (shared regulation) sollten. Auch wurde erfasst, welche Aufgaben welche Kinder ansprachen und wie sie diese bearbeiteten (vgl. <http://www.phsg.ch/forschung-entwicklung/institut-fuer-lehr-und-lernforschung> [Stand: 17.07.2011]).

Im Rahmen des DORE-Projekts „Lernen in Lernwerkstätten“ (2009–2011) wurden unter anderem in zwei Teilstudien Lehrpersonen bzw. Schülerinnen und Schüler zum Lernen in Lernwerkstätten befragt. Diese Befragungen bildeten einen Teil der gesamten Untersuchung.

Die inhaltliche Komponente bezieht sich auf den naturwissenschaftlichen Bereich zum Thema „Wetter und Klimawandel“, basierend auf einer thematischen Reihe des RDZ Sargans. Das Arbeitssetting der Lernenden bewegt sich im aktiven, entdeckenden Lernen.

Anknüpfungsmöglichkeiten für INTeB

Zwischen dem DORE-Projekt „Selbstreguliertes Lernen in Lernwerkstätten“ und dem IBH-Projekt „INTeB“ gibt es folgende Parallelen (vgl. Tab. 17).

Tab. 17: Vergleich DORE – INTeB (vgl. Müller, 2011, S. 10)

	DORE	IBH: INTeB
Fachbereich N und T	Klima, Wetter,	Fliegen (Physik)
Lernarrangement	Lerngarten/thematische. Reihe	Lernkiste/mobiles Lernarrangement
Zielgruppe	4.–6. Klasse der Primarstufe	3./4. Klasse Primarstufe/Grundschule

Die Skalen und Items basieren teilweise auf anderen Skalen von Studien (z. B. TEDS-Studien, TIMSS-Studien), welche teilweise im Unterkapitel 2.4 Erwähnungen fanden.

PISA (Programme for International Student Assessment)

Bei PISA 2006 standen die Naturwissenschaften im besonderen Fokus. Es werden Erhebungsinstrumente für bestimmte Zielgruppen (Schüler, Eltern, Lehrpersonen, national oder international) zugeschnitten (vgl. Frey et al., 2009, S. 12).

Anknüpfungsmöglichkeiten für INTeB

Die Skalen lassen sich grundsätzlich für INTeB adaptieren, auch wenn sie teilweise gekürzt werden müssen, da gewisse Gegebenheiten und Begrifflichkeiten nicht für alle IBH-Länder zutreffen (z. B. Vertretungsstunden). Alle Skalen weisen ein grosses N auf (2 194) und Cronbachs Alphas sind, dort wo angegeben, ebenfalls hoch ($.74 < \alpha < .89$).

TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study)

Die Studie TIMSS wird seit 1995 regelmässig alle vier Jahre durchgeführt und untersucht Schülerleistungen im Bereich der Mathematik und der Naturwissenschaften im internationalen Vergleich. Als Schülerzielgruppe dient die Grundschule, explizit die Viertklässler. Neben den TIMSS-Leistungstests in den erwähnten Fachbereichen gehören auch Befragungen der Schülerinnen und Schüler sowie der Lehr- und der Schulleitungspersonen zum Forschungsdesign. In einigen Teilnehmerstaaten, wie beispielsweise Deutschland, wurden zusätzliche nationale Erhebungen durchgeführt, wobei auch die Erziehungsberechtigten befragt worden sind und des Weiteren die ganze Testadministration auf einen breiteren Zeitraum verteilt wurde (vgl. Bos et al., 2009, S. 21).

Die Lehrpersonen wurden zu den Bereichen Schwerpunktsetzungen bei der Umsetzung des intendierten Curriculums, Unterrichtspraxis, eigene Aus- und Fortbildung sowie über persönliche Einstellungen zur Mathematik und zu den Naturwissenschaften befragt.

Anknüpfungsmöglichkeiten für INTeB

Wie oben erwähnt, gibt es zwischen TIMSS und INTeB folgende Parallelitäten (vgl. Tab. 18):

Tab. 18: Vergleich TIMSS – INTeB (vgl. Müller, 2011, S. 11)

	TIMSS	INTeB
Fachbereich(e)	Mathematik und Naturwissenschaften (alle Teilbereiche: Biologie, Physik, Chemie)	Naturwissenschaften (Teilbereich: Physik)
Schülerzielgruppe	Schülerinnen und Schüler der 4. Klassen	Schülerinnen und Schüler der 3. oder 4. Klasse
Weitere befragte Gruppen	Schulleitungspersonen, Lehrpersonen, Eltern	Lehrpersonen (ev. auch Schulleitungspersonen im Teilprojekt 4)

Aufgrund dieser Parallelitäten ist gegeben, dass einige Fragen aus dem TIMSS-Erhebungsbogen für die Lehrpersonen folgendermassen in den Erhebungsbogen von INTeB einfließen können:

- A) *Im identischen oder fast gleichen Wortlaut und im gleichen Antwortformat*
- B) *Im identischen oder fast gleichen Wortlaut, aber mit Anpassungen im Antwortformat*
- C) *Adaptionen kleinerer oder grösserer Art auf die Zielstellungen von INTeB. Diese Adaptionen drängen sich auf, weil die Formulierungen für das Projekt INTeB falsch bzw. missverständlich sind oder das Antwortformat nicht zur Formulierung passt.*

Kleickmanns Studie

Thilo Kleickmann prüfte in seiner Studie „Zusammenhänge fachspezifischer Vorstellungen von Grundschullehrkräften zum Lehren und Lernen mit Fortschritten von Schülerinnen und Schülern im konzeptuellen naturwissenschaftlichen Verständnis“, inwiefern Lehrervorstellung zum Lehren und Lernen in den Naturwissenschaften mit Lernfortschritten der Schülerinnen

und Schüler in Beziehung zu setzen sind. Er verwendete für den Skalenaufbau seines Erhebungsbogens mehrere Konstrukte (vgl. Kleickmann, 2008, S. 116 f.), welche aus der Lehr-Lernforschung im Bereich der Naturwissenschaften abgeleitet (vgl. Kleickmann, 2008, S. 71 ff.) und in drei Gruppen eingeteilt wurden (vgl. ebd., S. 117).

Motiviertes Lernen, Conceptual Change, Schülervorstellungen, anwendungsbezogenes Lernen, diskursives Lernen und abgeleitetes Lernen bilden die erste Gruppe, welche bei den Vorstellungen der Lehrpersonen positive Zusammenhänge mit den Lernfortschritten der Schülerinnen und Schüler erwarten lassen.

Die Konstrukte werden von Kleickmann im Skalenhandbuch bzw. in seiner Publikation wie folgt beschrieben (vgl. Kleickmann, 2008, S. 72 ff.). Die folgenden Tabellen (vgl. Tab. 19, Tab. 20 und Tab. 21) zeigen diese Konstrukte mit den jeweiligen Umschreibungen.

Tab. 19: Beschreibung Kleickmann-Konstrukte Gruppe 1 (vgl. Kleickmann, 2008)

Konstrukt	Beschreibung
„Motiviertes Lernen“	Lehrpersonen betonen die Notwendigkeit motivierten Lernens. Es wird hervorgehoben, dass motiviertes Lernen für verstehendes Lernen wichtig sei. Schülerinnen und Schüler müssten motiviert sein, sich mit den Inhalten auseinanderzusetzen. Interessegeleitetes Lernen wird als besonders günstig im Hinblick auf verstehendes Lernen angesehen. Es wird betont, dass geistiges Engagement (im Sinne kognitiver Aktivität) für erfolgreiches Lernen erforderlich sei (vgl. Kleickmann, 2008, S. 72 ff.).
„Anwendungsbezogenes Lernen“	Dieser Vorstellung zufolge können Schülerinnen und Schüler erworbenes Wissen besser, d. h. flexibler anwenden, wenn im Unterricht Bezüge zum Alltag bzw. zur Lebenswelt der Lernenden hergestellt werden (vgl. Kleickmann 2008, S. 72 ff.).
„Diskussion von Schülervorstellungen“	Schülerinnen und Schüler sollten gemäss dieser Vorstellung angeregt werden, ihre Vorstellungen zu den thematisierten Naturphänomenen oder Problemstellungen zu diskutieren. Die Diskussion der Vorstellungen soll die Lernenden dazu anregen, ihre Vorstellungen zu überprüfen und gegebenenfalls zu modifizieren. Auch die Diskussion von sachlich nicht angemessenen Schülervorstellungen wird befürwortet und nicht im Sinne einer Fehlervermeidungsstrategie abgelehnt (vgl. Kleickmann, 2008, S. 72 ff.).
„Angeleitetes Lernen“	Lehrpersonen mit dieser Orientierung betonen die Notwendigkeit der Anleitung und Unterstützung von Lernprozessen der Schülerinnen und Schüler. Sie sehen beispielsweise Hilfen bei der Umsetzung eigener Ideen für Experimente vor oder betonen die Strukturierung von Gesprächen zur Auswertung von Versuchen. Kleickmann beschreibt dieses Konstrukt zwar (vgl. Kleickmann, 2008, S. 73), geht im Skalenhandbuch allerdings nicht explizit darauf ein.
„Schülervorstellungen“	Schülervorstellungen werden als erfahrungsbasierte Vorstellungen verstanden, die sachlich angemessenen Vorstellungen teilweise entgegenstehen und Lernschwierigkeiten verursachen können (qualitative Komponente). Eine solche Schülervorstellung unterscheidet sich gemäss Studien auch darin, dass Schüler und Schülerinnen viel oder wenig naturwissenschaftliches Vorwissen (quantitative Komponente) oder eher ein diffuses „Vorerfahrungs-Verständnis“ haben (vgl. Kleickmann, 2008, S. 72 ff.).

Konstrukt	Beschreibung
„laisser faire“	Kleickmann beschreibt dieses Konstrukt in seiner Dissertation nicht explizit, im Skalenhandbuch tauchen jedoch einige Fragen auf, die dieses Konstrukt näher zu beschreiben erlauben. Lehrpersonen dieser Kategorie haben die Vorstellung, dass sich, ohne ihr aktives Zutun, bei den Lernenden ein Lernzuwachs einstelle, indem sie die Schüler Erfahrungen sammeln, sich austauschen oder Experimente kreieren lassen würden.
„Conceptual Change“	<p>Gemäss dieser Vorstellung erfordert naturwissenschaftliches Lernen aktive Umstrukturierungsprozesse vorhandener Vorstellungen seitens der Schülerinnen und Schüler. Der Erwerb eines naturwissenschaftlichen Verständnisses ist dieser Vorstellung nach oft ein gradueller Prozess. Der Aufbau sachlich adäquater Vorstellungen erfordert z. T. viel Zeit. Das Lehren zielt auf die Veränderung vorhandener Vorstellungen ab. Dabei stellt die kognitive Konfliktstrategie eine Möglichkeit dar, Conceptual Change bei den Lernenden zu begünstigen, indem dadurch die Unzulänglichkeit der eigenen Vorstellung erfahren werden kann (vgl. Kleickmann, 2008, S. 117).</p> <p>Eine Elimination von Alltagsvorstellungen bei Lernenden ist weder möglich noch sinnvoll. Dennoch geht es darum, zwei denkbare Ziele mit Conceptual Change zu erreichen. Eine Weiterentwicklung und Veränderung bestehender Alltagsvorstellungen hin zu physikalischen Vorstellungen (Konzeptwechsel im engeren Sinne) und andererseits der Aufbau paralleler wissenschaftlicher Denkstrukturen neben den bestehenden Alltagsstrukturen im Sinne eines bewussten Nebeneinanders. Die zweite Zielrichtung ist angemessener, da eine echte Überwindung von Alltagsvorstellungen nicht möglich ist. Wichtig erscheint demzufolge ein bewusstes Nebeneinander. Schülerinnen und Schüler sollen zwischen den verschiedenen Konzepten unterscheiden können. Letztendlich gilt es zu beachten, dass das Lernen von physikalischen Konzepten ein aktiver Konstruktionsprozess des Lernenden ist, der sein Wissen selbst konstruieren muss.</p>

Gruppe zwei, welche in der folgenden Tabelle (vgl. Tab. 20) beschrieben wird, beinhaltet die Konstrukte „Transmission“ und „Praktizismus“. Hier stehen die Vorstellungen der Lehrpersonen in einem negativen Zusammenhang zu den Lernfortschritten der Schülerinnen und Schüler.

Tab. 20: Beschreibung Kleickmann-Konstrukte Gruppe 2 (vgl. Kleickmann, 2008)

Konstrukt	Beschreibung
„Transmission“	Der Lehrperson wird die Aufgabe zugesprochen, Wissen direkt zu vermitteln. Schülerinnen und Schüler werden als passive Rezipienten naturwissenschaftlichen Wissens angesehen. Lehrpersonen mit einer solchen Vorstellung, der oft eine behavioristisch orientierte Sichtweise von Lernen zugrunde liegt, betonen die Notwendigkeit des Erklärens von Sachverhalten sowie der Richtigstellung bzw. Korrektur von sachlich nicht angemessenen Aussagen (Fehlern) von Schülern. Diese Vorstellung wird auch als „didactic-oriented“, „traditional“, „knowledge disseminating“ oder „surface approach“ bezeichnet (vgl. Kleickmann, 2008, S. 72 ff.).
„Praktizismus“	Gemäss dieser Vorstellung werden äussere Aktivitäten der Schülerinnen und Schüler mit Lernen gleichgesetzt. Handlungserfahrungen in Form von Experimenten und Versuchen zur Veranschaulichung von naturwissenschaftlichen Prozessen oder Konzepten werden als ausreichende Bedingung für den Erwerb naturwissenschaftlichen Wissens erachtet. Diese Vorstellung wird auch als naiver Konstruktivismus bezeichnet (vgl. Kleickmann, 2008, S. 72 ff.).

Die dritte Gruppe besteht aus dem Konstrukt „Entwicklung eigener Deutungen“. Damit sind Lehrpersonenvorstellungen gemeint, welche im Hinblick auf den zu erwartenden Lernzuwachs beim Lernenden eher indifferent bzw. neutral, das heisst im Gegensatz zu Gruppe eins und zwei weder positiv noch negativ zu bewerten sind (vgl. Tab. 21).

Tab. 21: Beschreibung Kleickmann-Konstrukte Gruppe 3 (vgl. Kleickmann, 2008)

Konstrukt	Beschreibung
„Entwicklung eigener Deutungen“	Schülerinnen und Schüler sollten dieser Vorstellung zufolge im naturwissenschaftlichen Unterricht eigene Deutungen und Erklärungsansätze („Ideen“) zu Naturphänomenen und naturwissenschaftlichen Problemstellungen entwickeln. Dies sei dem Geben früherer Erklärungen oder Hilfestellungen durch die Lehrpersonen vorzuziehen. Zur Beschreibung der Deutungen oder Erklärungsansätze sollten die Schüler eigene Formulierungen (in klarer Abgrenzung zur Fachsprache der Naturwissenschaft) verwenden (vgl. Kleickmann 2008, S. 72 ff.).

Anknüpfungsmöglichkeiten für INTeB

Die beschriebenen Konstrukte beinhalten wesentliche Merkmale für den Unterricht, für die Interaktion zwischen Lehrenden und Lernenden, aber auch für das professionelle Handeln der Lehrpersonen. Aus dieser Sicht sind die Skalen und deren Items für das Projekt INTeB geeignet.

TEDS-M (Teacher Education and Development Study in Mathematics)

Die international vergleichende Studie der IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement) untersucht die Wirksamkeit der Lehrerinnen- und Lehrerausbildung für die Primarstufe und Sekundarstufe I mit Fokus Mathematik. Im Zentrum steht die Frage, wie gut angehende Mathematiklehrpersonen auf die Berufstätigkeit vorbereitet werden. Dabei werden auf der Ebene der Studierenden die Fachkompetenz sowie die fachdidaktischen Kenntnisse untersucht. Auf der institutionellen Ebene werden die Ausbildungslehrpläne und auf der nationalen Ebene die Ausbildungssysteme analysiert.

In der Schweiz erfolgten verschiedene Zusatzstudien, mit denen sich relevante Fragestellungen für das schweizerische Lehrerinnen- und Lehrerbildungssystem untersuchen lassen. So wurden beispielsweise auch Erstsemestler in den Fokus genommen, um die Entwicklung professioneller Kompetenzen im Verlaufe der Ausbildung abbilden zu können (vgl. Affolter et al., 2011).

In TEDS-M1 (vgl. Blömeke et al., 2010) wurden Studierende zu Beginn und am Ende der Lehrerausbildung getestet und befragt. Um Rückschlüsse auf die Lehrerbildung ziehen zu können, wird eine Folgestudie angestrebt, bei der die ehemaligen Studierenden auch nach dem Einstieg in die Berufstätigkeit befragt werden sollen. Es liegen bereits Entwürfe von neuen Skalen vor, welche bei einer positiven Entscheidung über die Folgestudie zum Einsatz gelangen sollen.

Anknüpfungsmöglichkeiten für INTeB

Einzelne Items und Skalen können für das Projekt INTeB genutzt werden, auch wenn sich TEDS-M auf eine andere Zielgruppe bezieht. Dennoch lassen sich einzelne Items für die INTeB-Bedürfnisse adaptieren.

Wackermanns Studie (vgl. Unterkapitel 2.4.3)

Die im Theorieteil dargestellten Basismodelle des unterrichtlichen Lernens (vgl. Unterkapitel 2.4.3) wurden ebenfalls für die Itemzusammenstellung recherchiert. Dazu diente Rainer Wackermanns Studie (2008), welche folgende Hypothesen und Forschungsfragen untersuchte:

- *Ist die durchgeführte Fortbildung von Physiklehrern zu den Basismodellen des Lehrens und Lernens auf den Ebenen Lehrervorstellungen, Unterrichtshandlungen sowie Schülerwahrnehmung/-emotionen/-leistung erfolgreich?*
- *Falls es Fortbildungseffekte aufseiten der Schüler gibt, sind diese dann auf geänderte Lehrervorstellungen und insbesondere auf basismodellhaftere Unterrichtshandlungen zurückzuführen?*

Anknüpfungsmöglichkeiten für INTeB

Die Skalen und die Untersuchungen von Wackermann beziehen sich sehr spezifisch auf die Basismodelle von Oser. Die Zielgruppe der Studie auf Lehrpersonenebene waren Physiklehrpersonen der Gymnasialstufe und der Hauptschule mit ihren Klassen. Deshalb sind einzelne Items in der Formulierung sehr stark auf diese Zielstufen ausgerichtet. Auch wenn eine komplette Adaption für INTeB bzw. die Grundstufe sehr arbeitsaufwendig wäre, so lassen sich dennoch einige Items in den Fragebogen von INTeB integrieren.

Entstehungsprozess des Fragebogens im Überblick

Im vorangegangenen Unterkapitel wurden sechs Skalen dokumentiert, welche sich mit Professionswissen auseinandersetzen. Diese Dokumentationen bilden die Ausgangslage für die Erstellung des Erhebungsbogens für das Projekt INTeB.

Die folgende Tabelle zeigt jene Schritte auf, welche von der Recherchearbeit bis hin zur definitiven Fassung des Fragebogens durchlaufen worden sind (vgl. Tab. 22).

Tab. 22: Übersicht Entstehungsprozess Fragebogen

Phasenbezeichnung	Beschreibung
Auslegeordnung	Um sich einen Überblick über die vorhandenen Systeme und Konstrukte zu verschaffen und des Weiteren eine bessere Vergleichbarkeit zu gewinnen, wurden alle recherchierten Skalen (vgl. vorangehende Ausführungen) in einer ersten Phase nebeneinander aufgehängt. Anhand dieser Übersicht wurde geprüft, welche latenten Merkmale in welcher Studie abgefragt worden sind.
Festlegung latenter Merkmale und Konstrukte	Es wurde untersucht, in welchem Fragebogen Items zu den einzelnen latenten Merkmalen zu finden sind. Den Abschluss dieses Arbeitsschrittes bildete eine Tabelle mit 19 Konstrukten bzw. latenten Merkmalen und einer Zuordnung zu den recherchierten Studien.
Straffung der Anzahl der Konstrukte und Erstfassung	Aus der erwähnten Tabelle wurde die Anzahl der Konstrukte, die mehrmals in den Referenzsystemen vorkamen, durch Zusammenfassungen, Streichungen und Präzisierung

Phasenbezeichnung	Beschreibung
des Fragebogens	<p>gen minimiert.</p> <p>So entstanden jene sieben Bereiche²⁰, welche im Fragebogen zum pädagogischen und fachdidaktischen Wissen abgefragt wurden. Die sieben Konstrukte bildeten die Vorlage, um die vorhandenen Skalen zu analysieren und den einzelnen Konstrukten zuzuteilen. Die Reihenfolge dieser Konstrukte ist nicht zufällig, sondern folgt einer Systematik: Zuerst stehen Skalen zu einem generellen Bereich, wie die sehr grossen Felder „Lernen allgemein“ und „Unterricht“. Dann folgen begrenztere Bereiche und das letzte Konstrukt, „Lernen im Fachbereich Naturwissenschaften“, ist am deutlichsten umrissen. Somit war das Grobraster für den Fragebogen zum pädagogischen und fachdidaktischen Wissen gegeben.</p> <p>In der weiteren Ausarbeitung des Fragebogens ging es darum, die Konstrukte bzw. latenten Merkmale mit den einzelnen Items abzubilden. Daraus entstand die erste Gesamtfassung.</p> <p>Diese Erstfassung wurde mit dem Auftrag an alle INTeB-Mitarbeitenden, die einzelnen Skalen kritisch zu kommentieren und auf fehlende Skalen aufmerksam zu machen, in eine erste Vernehmlassung gegeben</p>
Pilotfassung	<p>Anhand der eingegangenen Rückmeldungen und der eigenen kritischen Überprüfung der Vernehmlassungsversion wurde die Phase 3 eingeleitet, die darauf abzielte, eine Vorpilotierungsversion zu präsentieren, welche schlanker und konkreter sein und inhaltlich schon nahe an der eigentlichen Pilotierungsfassung liegen sollte.</p> <p>Diese komprimiertere Fassung wurde vom Projektteam nochmals kritisch begutachtet, um darauf hin letzte Rückmeldungen für die Optimierung der endgültigen Pilotierungsfassung zu geben.</p> <p>Die Pilotfassung wurde Lehrpersonen der Zielstufe (n = 5) unterbreitet. Aus den Rückmeldungen, (zu umfangreich, viele ähnliche Items, sprachliche Formulierungen) welche die fünf Lehrpersonen gaben, entstand die definitive Erhebungsversion, welche im Projekt für alle teilnehmenden Lehrpersonen, egal welcher Kohorte sie angehörten, verwendet wurde (vgl. Anhang V).</p>

Definitiver Fragebogen für das fachdidaktische und pädagogische Wissen

Im Bereich des Professionswissens wurde, wie oben schon erwähnt, zu drei Zeitpunkten gemessen. Bewusst wurden einzelne Skalen zu allen Messpunkten erfragt, um eine eventuelle Veränderung festzustellen.

Die folgende Tabelle (vgl. Tab. 23) zeigt im Überblick auf, welche Skalen in den Bereichen des fachdidaktischen und pädagogischen Wissens zu welchen Messzeitpunkten erfragt wurden.

²⁰ Die sieben Bereiche gestalten sich wie folgt: Lernen allgemein und Unterricht, Einstellungen zu Beruf, Unterrichten und Schule, Unterrichtsmanagement, Kooperation, Einstellungen zu Naturwissenschaften (in der Literatur auch unter dem Kürzel Nawi zu finden), Lehren im Nawi-Unterricht, Lernen im Nawi-Unterricht.

Tab. 23: Übersicht Fragebogens Themen zu den einzelnen Messzeitpunkten

Inhalt/Schwerpunkt	Fragebogen T1 (IG _I , IG _{II} , KG)	Fragebo- gen T2 (IG _I , IG _{II})	Fragebogen T3 (IG _I , IG _{II} , KG)
Allgemeiner Teil			
<i>Soziodemografische Daten</i>	X		
<i>Fortbildungsbesuche, Fortbildungstätigkeit</i>	X		
<i>Einbettung naturwissenschaftlicher Unterricht im Lehrplan</i>	X		
<i>Fragen zu Infrastruktur und zu schulischem Umfeld²¹</i>	X		X ²²
Interventionselement Fortbildung		X	
Interventionselement Coaching			X ²³
Datenerhebung Videografie			X
Einsatz mobiles Lernarrangement			X
Pädagogisches Wissen			
<i>Lernen allgemein und Unterricht</i>	X		
<i>Individuelle Lernunterstützung²⁴</i>	X	X	X
<i>Einstellungen zu Beruf, Unterrichten und Schule</i>	X		
<i>Unterrichtsmanagement</i>	X		
<i>Kooperation</i>	X		
Fachdidaktisches Wissen			
<i>Einstellungen zu Naturwissenschaften</i>	X	X	X
<i>Lehren im naturwissenschaftlichen Unterricht</i>	X		
<i>Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht</i>	X	X	X
<i>Lernatmosphäre/Lernmotivation</i>	X	X	X

Aus der oben stehenden Tabelle (vgl. Tab. 23) wird ersichtlich, dass nur der Bereich des fachdidaktischen Wissens über die drei Messzeitpunkte abgefragt wurde, obwohl auch das pädagogische Wissen zum Professionswissen gezählt wird (vgl. Shulman, 1986). Folgende Begründungen liegen dieser Auswahl zugrunde: Auf der einen Seite sind für die Beantwortung der Forschungsfrage das Fachwissen und das fachdidaktische Wissen relevant, weil diese beiden Facetten des Professionswissens Fortbildungsschwerpunkte waren. Andererseits dienten, wie bereits an anderer Stelle erwähnt, die erstellten Erhebungsinstrumente allen Teilprojekten. Deshalb wurde im Bereich des pädagogischen Wissens zu allen Messzeitpunkten die Skala „individuelle Lernunterstützung“ eingesetzt.

²¹ Das mehrmalige Erheben von Daten im Bereich „Infrastruktur und schulisches Umfeld“ diente dem Teilprojekt vier (vgl. 3.1.1).

²² Nur bei Kontrollgruppe (KG) abgefragt.

²³ Die Items zu Coaching betreffen die KG nicht.

²⁴ Das mehrmalige Erheben von Daten im Bereich „individuelle Lernunterstützung“ diente dem Teilprojekt zwei (vgl. 3.1.1).

Für die Kontrollgruppe wurden identische Fragebogen verwendet. Das heisst: der Fragebogen für den Pretest ist identisch mit dem T1 der Interventionsgruppen. Bei der Kontrollgruppe fanden nur zwei Messzeitpunkte statt. Der Fragebogen für den Posttest entspricht dem T3 aus der Interventionsgruppe. Er musste leicht modifiziert werden, da bei der Kontrollgruppe die Intervention des Coachings wegfiel.

Nebst der Datenerfassung für das fachdidaktische und das pädagogische Wissen brauchte es ebenfalls ein Instrument für die Erfassung der Daten im fachwissenschaftlichen Bereich. Das folgende Unterkapitel befasst sich mit dem Erhebungsinstrument für das Fachwissen.

3.4.1.3 Fragebogen für das Fachwissen

Gemäss der Definition nach Shulman umfasst das Professionswissen (vgl. Unterkapitel 2.2) nebst dem fachdidaktischen und pädagogischen Wissen auch das Fachwissen. Im Bereich des Fachwissens wurden separate Fragebogen entwickelt, welche nicht in die Fragebogen T1–T3 integriert waren.

Die Items, welche im Fachwissen (Thema Fliegen im Teilbereich Physik) verwendet wurden, lassen sich in vier Themengebiete/physikalische Phänomene einteilen (vgl. Tab. 24).

Tab. 24: Übersicht Fachwissen „Fliegen“ (vgl. INTeB, 2011)

		Strömende Luft	Strömende Luft und Anstellwinkel	Rückstoss/Impulserhaltung	Dichteunterschiede
Fachwissen	Umgang mit Fachwissen	SF00 ²⁵	AF00	RF00	DF00
Erkenntnisgewinnung	Identifizieren wiss. Hypothesen	SH00	AH00	RH00	DH00
	Planen einer wiss. Untersuchung	SP00	AP00	RP00	DP00
	Nutzen wiss. Ergebnisse	SE00	AE00	RE00	DE00

Aus dieser Matrix wurden 39 Items formuliert, welche auf drei Testhefte L1–L3 verteilt wurden. Bei der Verteilung wurde darauf geachtet, dass mehrere Items in allen Testheften vorkamen.

In dieser Zusammenstellung gingen die Testhefte in die Pilotierung. Anhand der Rückmeldungen wurden einzelne Items herausgestrichen oder umformuliert und so die definitiven Testhefte L1–L3 entwickelt (vgl. Anhang V).

Die folgende Tabelle (vgl. Tab. 25) zeigt auf, welche Items im Bereich Fachwissen zu welchen Messzeitpunkten erfragt wurden.

²⁵ Die Abkürzungen ergeben sich aus den fett markierten Buchstaben.

Tab. 25: Itemübersicht Fachwissen (vgl. INTeB, 2011)

Item	Testheft L1	Testheft L2	Testheft L3	Item	Testheft L1	Testheft L2	Testheft L3
SF 02		X (6) ²⁶	X (6)	DH 01	X (17)		
SF 04	X (7)	X (7)		DH 02	X (18)	X (17)	X (17)
SF 05	X (9)		X (9)	SP 01	X (24)		X (23)
SF 06		X (9)	X (10)	SP 03		X (24)	X (24)
SF 07	X (10)	X (10)		AP 01		X (26)	X (26)
RF 01	X (8)		X (7)	RP 01	X (13)	X (13)	
RF 02		X (8)	X (8)	RP 02	X (14)		X (13)
DF 10	X (6)		X (5)	RP 03		X (14)	X (14)
SH 01		X (22)		RP 04	X (16)	X (16)	
SH 02	X (23)	X (23)	X (22)	DP 01		X (18)	
RH 01	X (11)	X (11)		DP 02	X (19)	X (19)	
RH 02	X (12)		X (11)	DP 03	X (20)		X (19)
RH 03		X (12)	X (12)	SE 01	X (25)	X (25)	
RE 01	X (15)		X (15)	RE 02		X (15)	X (16)
DF 01	X (1)	X (1)		SE 03	X (26)		X (25)
DF 03	X (2)		X (1)	RE 01	X (15)		X (15)
DF 04		X (2)	X (2)	RE 02		X (15)	X (16)
DF 05	X (3)	X (3)		DE 01		X (20)	X (20)
DF 06	X (4)		X (3)	DE 03	X (21)	X (21)	
DF 07		X (4)	X (4)	DE 04	X (22)		X (21)
DF 08	X (5)	X (5)		SE 03	X (26)		X (25)

Für das Lesen der oben stehende Tabelle (vgl. Tab. 25) folgt ein Beispiel.

Tab. 26: Lesebeispiel Itemübersicht Fachwissen

Item	Testheft L1	Testheft L2	Testheft L3
DH 01	X (17)		

Beim Item DH 01 handelt sich inhaltlich um das physikalische Phänomen des Dichtunterschiedes (**D**) und im Bereich der Erkenntnisgewinnung geht es um das Identifizieren von wissenschaftlichen Hypothesen (**H**) (vgl. Tab. 24). Das Item kommt nur im Testheft L1 vor und betrifft die Frage 17.

Somit standen alle Instrumente für die quantitative Datenerhebung zur Verfügung. Sie waren allesamt erprobt und pilotiert. Aus den testtheoretischen Überlegungen heraus, war es wichtig, dass bereits in dieser Erstellungs- und Erprobungsphase an die Auswertungsverfahren der quantitativen Daten gedacht wurde (vgl. Bühner, 2011).

²⁶ Die Nummer in Klammern entspricht der Fragennummer in den einzelnen Testheften.

3.4.1.4 Auswertungsverfahren der quantitativen Datenerhebung

Um die der Forschungsstudie zugrunde liegenden quantitativen Daten aus den Bereichen des pädagogischen und fachdidaktischen Wissens auszuwerten und zu analysieren, wurde vorwiegend das Statistikprogramm PASW Statistics 18, besser bekannt unter dem Namen von SPSS 18, für Häufigkeitsanalysen, Reliabilitätsanalysen, Faktorenanalysen sowie ein- und mehrfaktorielle Varianzanalysen verwendet (vgl. Bühl, 2010). Für einzelne Analysen der erwähnten Verfahren stand auch das Auswertungsprogramm R und R Commander zur Verfügung. Die Outputs sind gleich interpretierbar wie die Outputs mit dem Statistikprogramm SPSS. Im Kapitel „Ergebnisse“ (vgl. Kapitel 4) wird auf die einzelnen Analysen eingegangen.

Das Fachwissen wurde mit dem Ansatz der probabilistischen Testtheorie nach dem Rasch-Modell ausgewertet und analysiert (vgl. Bühner, 2011). Damit die bereinigten Daten aus den Fachwissensbefragungen für weitere Analysen (z. B. Varianzanalysen) mittels SPSS zur Verfügung standen, wurden sie dementsprechend aufbereitet. Das bedeutet, dass die Personenparameter in Punkte umgerechnet worden sind. Weitere Details sind derzeit in einer Publikation in Erarbeitung (vgl. Trautmann, in Vorbereitung).

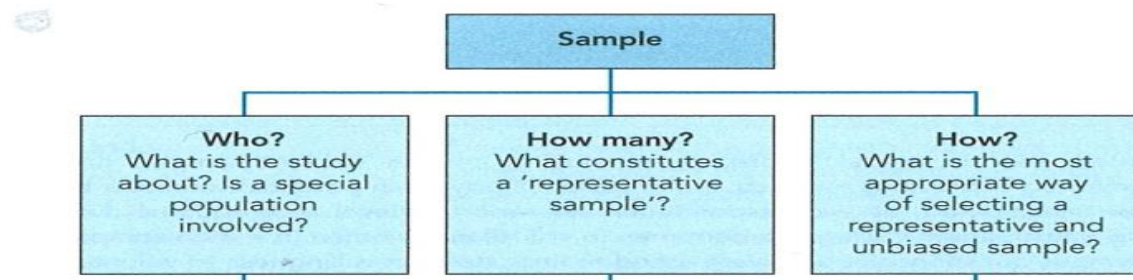
Mehrheitlich wurden mit den erwähnten Analyseverfahren die Mittelwerte der einzelnen Gruppen der Länder bzw. der Messzeitpunkte verglichen und betrachtet, ob sich signifikante Unterschiede ergeben haben. Da sich mit der relativ kleinen Gesamtstichprobe und der noch kleineren Gruppenstichprobe voraussichtlich nur geringe Signifikanzen herauskristallisieren, werden generell auch die Effektstärken d berechnet und für die Interpretation der Datenanalysen hinzugezogen.

Nachdem nun das Anfertigen der relevanten Erhebungsinstrumente bzw. erste Gedanken zur Auswertung dargestellt worden sind, geht es nun im Unterkapitel 3.5 darum, die Stichprobe darzulegen.

3.5 Stichprobe

In diesem Unterkapitel geht es um eine Kurzdarstellung der wesentlichen Angaben zum Thema Stichprobe im Projekt INTeB. Eine ausführliche Auslegung findet sich im Anhang VII.

Das Zusammenstellen der Stichprobe für das Projekt INTeB orientierte sich an den Schlüsselfragen, wie sie in der folgenden Darstellung von Jones et al. (2012) ersichtlich werden (vgl. Abb. 26).

Abb. 26: The key questions about sampling (vgl. Jones et al., 2012, S. 29)**Frage nach dem „Who“**

Für die zwei Interventionsgruppen und die Kontrollgruppe wurden Lehrpersonen aus der Region Bodensee (auf deutscher Seite im Schulamtsbezirk Markdorf, auf schweizerischer Seite im Kanton St. Gallen, auf österreichischer Seite rund um Feldkirch) eingeladen, sich für das Forschungsvorhaben zur Verfügung zu stellen. Alter, Anzahl der Jahre an Unterrichtserfahrung und Geschlecht spielten bei der Auswahl keine Rolle. Weitere Bedingungen, welche aus forschungstechnischer Sicht berücksichtigt werden mussten, waren:

- *Bereitschaft zur Teilnahme an der zweitägigen Fortbildung (nur Interventionsgruppen),*
- *das Thema „Fliegen“ mit der Klasse noch nicht behandelt zu haben und dies im Rahmen des Projektes nun zu tun,*
- *Unterricht zum Projektzeitpunkt in der dritten, vierten oder Kombiklasse (dritte und vierte Klasse gemischt)²⁷.*

Frage nach dem „How many“

Gemäss Projektförderantrag für das Projekt wurde die Stichprobengrösse wie folgt geplant: Es ist eine Gesamtstichprobengrösse von $N = 75$, d. h. $N = 25$ Lehrpersonen pro Interventions- bzw. Kontrollgruppe, anzustreben. Jede Teilstrichprobe setzt sich aus Lehrpersonen der drei beteiligten Länder zusammen (vgl. IBH Projektförderantrag 2010, S. 20).

Frage nach dem „How“

Primär war es bei der Stichprobenzusammenstellung das Ziel, dass sich die Lehrpersonen für die Projektmitarbeit freiwillig melden. Sollte die Vorgabe von $N = 75$ nicht auf freiwilliger Basis erreicht werden, würde die Suche nach weiteren Lehrpersonen mit einer direkten Kontaktaufnahme intensiviert.

Aufgrund dieser Überlegungen und der Projektanlage INTeB wurde die Stichprobengrösse N wie folgt festgelegt (vgl. Tab. 27).

²⁷ Da Lehrpersonen aus drei verschiedenen Ländern mitgemacht haben, gab es unterschiedliche Bezeichnungen: 3./4. Klasse der Grundschule (D), 3./4.Klasse der Volksschule (A) und die 3./4. Klasse der Primarschule (CH).

Tab. 27: Stichprobe Übersicht Soll (absolute Zahlen)

Gruppe	Deutschland (Baden Württemberg)	Österreich (Vorarlberg)	Schweiz (Kanton St. Gallen)	N
Interventionsgruppe I (IG _I)	N = 10	N = 5	N = 10	N = 25
Interventionsgruppe II (IG _{II})	N = 10	N = 5	N = 10	N = 25
Kontrollgruppe (KG)	N = 10	N = 5	N = 10	N = 25
Total	N = 30	N = 15	N = 30	N = 75

Aufgrund dieser Planungs- und Projektvorgabe suchten die Teilprojektverantwortlichen in ihren Ländern die notwendige Anzahl an Lehrpersonen, welche die Vorgaben erfüllten.

Da sich die Suche teilweise als schwierig herausstellte, wurden gewisse Umverteilungen innerhalb der Länder bzw. der Gruppen vorgenommen. Das Ziel blieb, eine Gesamtstichprobe N = 75 zu erreichen. Die unten angeführte Tabelle zeigt die Stichprobe, wie sie sich letztendlich zusammengesetzt hat und für die Datenerhebung zur Verfügung stand (vgl. Tab. 28).

Tab. 28: Stichprobe Übersicht Ist (absolute Zahlen)

Gruppe	Deutschland (Baden Württemberg)	Österreich (Vorarlberg)	Schweiz (Kanton St. Gallen)	N
Interventionsgruppe I (IG _I)	N = 10	N = 4	N = 10	N = 24
Interventionsgruppe II (IG _{II})	N = 8	N = 4	N = 10	N = 22
Kontrollgruppe (KG)	N = 12	N = 2	N = 15	N = 29
Total	N = 30	N = 10	N = 35	N = 75

Werden die beiden Tabellen (vgl. Tab. 27 und Tab. 28) miteinander verglichen, wird festgestellt, dass das angestrebte Ziel, N = 75, erreicht wurde. Es zeigen sich Abweichungen in der quantitativen Zusammensetzung innerhalb der Länder, aber auch in den einzelnen Gruppen.

Weitere Analysen zur Stichprobe sowie zu den mit den Fragebogen erhobenen Daten folgen im Kapitel Ergebnisse (vgl. Kapitel 4).

4 Ergebnisse

Die vorliegenden Unterkapitel widmen sich allesamt den umfassenden Analysen der Daten, welche mittels der Fragebogen und Testhefte zu den drei Messzeitpunkten (T1 = vor der Fortbildung, T2 = im Anschluss an die Fortbildung, T3 = Projektende bzw. nach den Unterrichtssequenzen mit dem mobilen Lernarrangement) gewonnen worden sind.

4.1 Analyse der Stichprobe

Wie bereits im Unterkapitel „Stichprobe“ (vgl. Unterkapitel 3.5) beschrieben, wurde die Suche nach freiwillig teilnehmenden Lehrpersonen mit fortschreitender Projektdauer insgesamt einfacher. Dennoch hat es in einigen Regionen bis zum Schluss Schwierigkeiten gegeben, die im Antrag festgelegte Anzahl an Lehrpersonen zu finden. Um das angestrebte Stichprobenergebnis von $N = 75$ zu erreichen, mussten beispielsweise in der Schweiz mehr Lehrpersonen angeworben werden, was zu heterogenen Gruppengrößen führte. Dies wird anhand der unten stehenden Tabelle (vgl. Tab. 29) in der letzten Spalte ersichtlich. Generell zeigt die Tabelle auf, wie sich die Stichprobe über die Gruppen, aber auch über die Länder letztendlich zusammengesetzt hat.

Tab. 29: Stichprobe Übersicht Ist (absolute Zahlen)

Gruppe	Deutschland (Baden Württemberg)	Österreich (Vorarlberg)	Schweiz (Kanton St. Gallen)	N
Interventionsgruppe I (IG _I)	$N = 10$	$N = 4$	$N = 10$	$N = 24$
Interventionsgruppe II (IG _{II})	$N = 8$	$N = 4$	$N = 10$	$N = 22$
Kontrollgruppe (KG)	$N = 12$	$N = 2$	$N = 15$	$N = 29$
Total	$N = 30$	$N = 10$	$N = 35$	$N = 75$

Sämtliche folgenden Auswertungen beziehen sich auf die Stichprobe, wie sie in der oben stehenden Tabelle (vgl. Tab. 29) dargestellt ist.

Die folgende Tabelle (vgl. Tab. 30) zeigt im Überblick, wie sich das Sampling quantitativ und prozentual zusammensetzte und welche demografische Struktur es aufweist. Datengrundlage für diese Tabelle bilden die soziodemografischen Daten, welche zu Projektbeginn mittels Fragebogen bei jeder Lehrperson erhoben wurden. Die Tabelle dient dazu, um sich nebst der Geschlechter- und Länderverteilung einen Überblick zu verschaffen, wie sich beispielsweise die Altersstruktur in den einzelnen Gruppen darstellt.

Tab. 30: Zusammensetzung Sampling quantitativ (absolute Zahlen und Prozentanteile)

Merkmal		N _{Gesamt} = 75		N _{IG I} = 24		N _{IG II} = 22		N _{KG} = 29	
		aZ ²⁸	%	aZ	%	aZ	%	aZ	%
	weiblich	55	73.3	19	79.2	15	68.2	21	72.4
	männlich	20	26.7	5	20.8	7	31.8	8	27.6
Alter	unter 25 Jahre	0	0	0	0	0	0	0	0
	25 bis 29 Jahre	7	9.3	1	9.3	1	4.6	5	17.2
	30 bis 39 Jahre	26	34.7	7	29.1	4	18.2	15	51.7
	40 bis 49 Jahre	20	26.7	9	37.5	7	31.8	4	13.8
	50 bis 59 Jahre	19	25.3	6	25.0	9	40.8	4	13.8
	60 Jahre und älter	3	4.0	1	4.2	1	4.6	1	3.5
Dienstalter	1 bis 2 Jahre	3	4	1	4.2	0	0	2	6.9
	3 bis 5 Jahre	7	9.3	3	12.5	1	4.6	3	10.3
	6 bis 9 Jahre	11	14.7	4	16.6	2	9.2	5	17.2
	10 bis 19 Jahre	24	32.0	5	20.8	7	31.8	12	41.5
	20 bis 29 Jahre	20	26.7	8	33.4	7	31.8	5	17.2
	30 oder mehr Jahre	10	13.3	3	12.5	5	22.6	2	6.9
Klasse	3. Klasse	34	45.3	10	41.7	9	40.8	15	51.7
	4. Klasse	36	48	13	54.1	11	50.0	12	41.5
	3./4. Klasse gemischt	5	6.7	1	4.2	2	9.2	2	6.9
Land	Deutschland (Baden Württemberg)	30	40.0	10	41.7	8	36.4	12	41.5
	Österreich (Vorarlberg)	10	13.3	4	16.6	4	18.2	2	6.9
	Schweiz (Ostschweiz)	35	46.7	10	41.7	10	45.4	15	51.7

Die Analyse der Stichprobe zeigt die Gesamt- wie auch die Länderverteilungen nach Geschlecht, Lebens- und Dienstalter (Anzahl Jahre der Unterrichtstätigkeit). Die Verteilung nach Geschlecht (73 % Frauen zu 27 % Männer) im Projekt INTeB spiegelt in etwa das durchschnittliche Verhältnis der Anteile weiblicher und männlicher Lehrpersonen in der Gesamtpopulation wider. Recherchen aus dem Schuljahr 2013/2014 haben ergeben, dass sich in Deutschland (Baden Württemberg) im Bereich der Grundschule ein Verhältnis von 79 % Frauen zu 21 % Männern etabliert hat (vgl. folgende URL: www.statistik.baden-wuerttemberg.de [Stand: 20.8.2014]). In Österreich ist das Verhältnis 70 % Frauen und 30 % Männer (vgl. folgende URL: www.statistik.at [Stand: 20.8.2014]) und in der Schweiz sind es 82 % Frauen und 28 % Männer (vgl. URL: www.bfs.admin.ch [Stand: 20.8.2014]). Werden diese Angaben der drei Länder gleich gewichtet und zu einem Mittelwert verrechnet, so ergibt sich in den drei Ländern ein durchschnittliches Verhältnis von 77 % Frauen zu 23 % Männern. Dieses Geschlechterverhältnis in der Gesamtpopulation entspricht in etwa jenem

²⁸ aZ = absolute Zahlen.

in der Stichprobe (73 % Frauen zu 27 % Männern). Oder anders formuliert: Die Stichprobe setzt sich unter dem Genderaspekt so zusammen, wie sich die prozentuale Verteilung in der Gesamtpopulation derzeit präsentiert.

4.2 Beurteilung der Fortbildung

Die Fortbildung spielt im ganzen Projekt und in der vorliegenden Arbeit eine zentrale Rolle. Die Wirksamkeit der Fortbildung bzw. deren Einfluss auf die Veränderung auf das Professionswissen war eine der zentralen Fragestellungen. Die Analysen in den Unterkapiteln 4.4 und 4.5 hängen stark mit der Wirksamkeit bzw. dem Erfolg der Fortbildungen zusammen.

Im Zusammenhang mit der Evaluation der angebotenen Fortbildungen wurden den Lehrpersonen zum Messzeitpunkt T2 auch einige Items zum Themenbereich „Fortbildung“ unterbreitet. Diese Unterkapitel befasst sich mit der Fortbildung bzw. den Aussagen und Daten, wie die Teilnehmenden die Fortbildung unter dem Aspekt „Neues gelernt“ wahrgenommen haben.

4.2.1 Items zur Fortbildung

Den Lehrpersonen der beiden Interventionsgruppen standen insgesamt sieben Items für die Beurteilung bzw. Reflexion zur Verfügung. Zwei Items wurden als offene Fragen (vgl. Abb. 27 und

Abb. 28) formuliert. Sie befassten sich einerseits mit den Erkenntnissen aus der Fortbildung und andererseits mit den Verbesserungsvorschlägen für die Gestaltung der Fortbildungsveranstaltung. Da es sich um offene Fragen handelte, fielen die Antworten facettenreich und individuell aus.

Abb. 27: Offene Frage zum Bereich Fortbildung: wichtigste Erkenntnisse

1. Welches sind für Sie die wichtigsten Erkenntnisse, die Sie aus der Fortbildung mitnehmen?

Abb. 28: Offene Frage zum Bereich Fortbildung: Verbesserungsvorschläge

7. Haben Sie allfällige Verbesserungsvorschläge für die Gestaltung dieser Fortbildungstage? Falls ja, notieren Sie diese bitte unten.

Die vier geschlossenen Fragen beinhalten die Themen, welche in der folgenden Tabelle (vgl. Tab. 31) im Originalwortlaut, mit dem Antwortrating und exemplarischen Beispielen dargestellt sind.

Tab. 31: Geschlossene Fragen zum Bereich Fortbildung (mit Beispielen)

Nr.	Wortlaut	Rating				Beispiele
		sehr	ziemlich	ein wenig	gar nicht	
2	In welchem Ausmass fühlten Sie sich von den folgenden Teilen der Weiterbildung angesprochen?					<ul style="list-style-type: none"> Ausprobieren des mobilen Lernarrangements Vorkonzepte und Vorstellungen der Kinder zum Fliegen
3	In welchem Ausmass haben Sie in den folgenden Bereichen Neues gelernt?					<ul style="list-style-type: none"> physikalisches Hintergrundwissen Tiefenstruktur der Aufgaben
4	Wie sehr treffen die folgenden Aussagen zur Weiterbildungsveranstaltung für Sie zu?					<ul style="list-style-type: none"> Das Klima an der Weiterbildung unterstützte mich, sodass ich auch kritische Anmerkungen anbringen konnte. Die verteilten Unterlagen sind für mich eine klärende Unterstützung.
5	Die Weiterbildung diene auch als Vorbereitung auf den Einsatz des mobilen Lernarrangements in Ihrer Klasse. Wie sehr stimmen Sie den folgenden Aussagen zu?					<ul style="list-style-type: none"> Dank der Weiterbildung fühle ich mich für den Einsatz des mobilen Lernarrangements in meiner Klasse gut vorbereitet. Durch den Einsatz des Lernarrangements in meiner Klasse erhoffe ich mir eine Innovation im Unterricht.

Anhand dieser vier Fragen konnten die Teilnehmenden umfassend und vielfältig zur Fortbildung Stellung nehmen. In der Folge wird die Frage 3 (In welchem Ausmass haben Sie in den folgenden Bereichen Neues gelernt?) eine zentrale Rolle einnehmen. In dieser Frage wurde die Innovation abgefragt, indem die Teilnehmenden die Frage nach dem Ausmass an „Neuem gelernt“ einschätzen mussten.

Die letzte Frage war als Gesamtfazit gedacht (vgl. Abb. 29).

Abb. 29: Geschlossene Frage zum Bereich Fortbildung: Fazit

6. Gesamtfazit der Fortbildungsveranstaltung				
	sehr	eher ja	eher nein	gar nicht
a. Würden Sie diese Fortbildung einer Kollegin/einem Kollegen weiterempfehlen?	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1

Die oben erwähnten Fragen standen der Interventionsgruppe IG_I (Fortbildungsfokus fachdidaktisches Wissen) wie auch der Interventionsgruppe IG_{II} (Fortbildungsfokus Fachwissen)

zur Beantwortung im Fragebogen bereit. Im folgenden Unterkapitel geht es um die Ergebnisse und Analysen der Fragestellung 3.

4.2.2 Ergebnisse zu den Items Fortbildung

Wie im Unterkapitel Forschungsdesign Projekt INTeB (vgl. Unterkapitel 3.1) beschrieben, dienten alle eingesetzten Erhebungsinstrumente dem gesamten Projekt und die im Unterkapitel 4.2.1 formulierten Fragen und Items dem Projektteam als Rückmeldung für die Fortbildungsveranstaltung. Für das Teilprojekt bzw. die Forschungsfrage, welche dieser Arbeit zugrunde liegt, ist die Frage 3 (vgl. Tab. 31) relevant. Deshalb liegt das Schwergewicht der Analyse auf der Frage, was in der Fortbildung an Neuem gelernt wurde.

4.2.2.1 Gruppenvergleiche

Bei den Gruppenvergleichen werden die beiden Interventionsgruppen IG_I (Fortbildungsfokus fachdidaktisches Wissen) und IG_{II} (Fortbildungsfokus Fachwissen) einander gegenübergestellt.

Der Mittelwertvergleich ($M_{max} = 4.00$) ergab die Kennwerte (vgl. Tab. 32), welche im Folgenden analysiert werden.

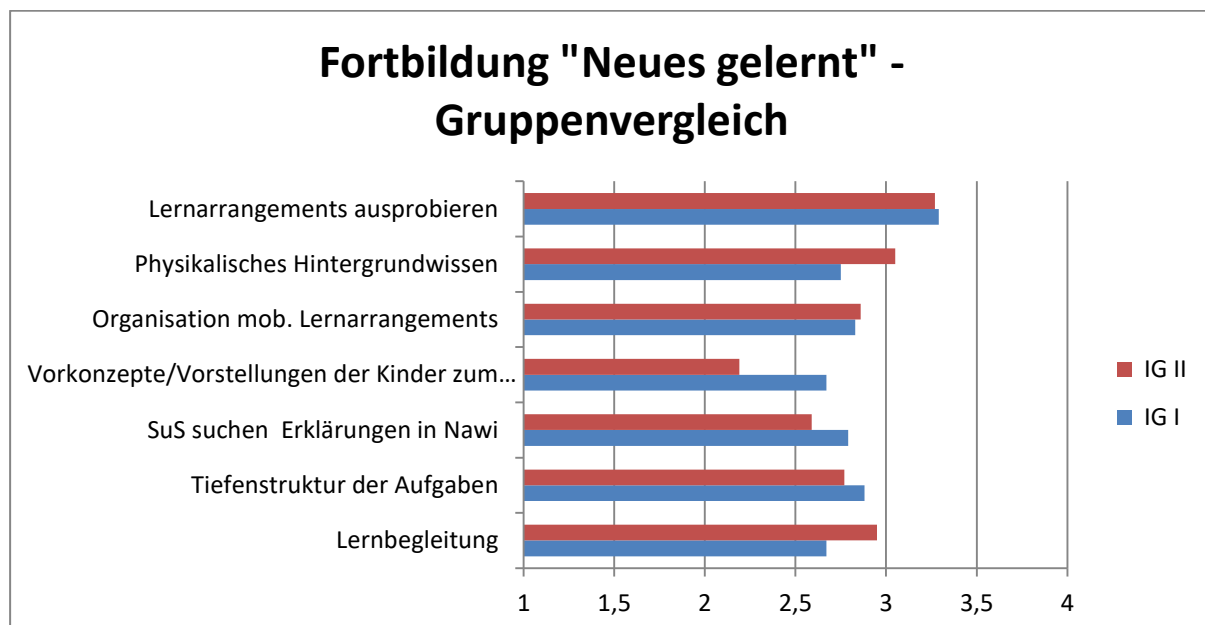
Tab. 32: Mittelwerte Skala „Neues gelernt“ – Gruppenvergleiche

Itembeschreibung: In welchem Ausmass haben Sie in den folgenden Bereichen Neues gelernt?	IG _I (N = 24)		IG _{II} (N = 22)		F-Wert	Signifikanz- wert p
	$M_{IG\ I}$	$SD_{IG\ I}$	$M_{IG\ II}$	$SD_{IG\ II}$		
Ausprobieren des mobilen Lernarrangements	3.29	.86	3.27	.70	$F_{(1:44)} = .00$	.94
Physikalisches Hintergrundwissen	2.75	.79	3.05	.95	$F_{(1:44)} = 1.32$	.26
Organisatorische Umsetzung des mobilen Lernarrangements	2.83	.72	2.86	.73	$F_{(1:42)} = .02$	.89
Vorkonzepte und Vorstellungen der Kinder zum Fliegen	2.67	.82	2.19	.85	$F_{(1:44)} = 3.88$	.05
Mit Kindern naturwissenschaftliche Erklärungen suchen	2.79	.78	2.59	.85	$F_{(1:44)} = .70$	.41
Tiefenstruktur der Aufgaben	2.88	.85	2.77	.75	$F_{(1:44)} = .19$	.67
Lernbegleitung	2.67	.57	2.95	.72	$F_{(1:44)} = 2.29$	.14

Tendenziell haben beide Gruppen in allen abgefragten Bereichen „ein wenig“ bis „ziemlich“ Neues dazugelernt. Nur die Frage nach dem Ausprobieren des mobilen Lernarrangements erzielte in beiden Gruppe einen Wert über 3, was bedeutet, dass da „ziemlich“ bis „sehr“ an Neuem dazukam. Dies verwundert nicht, da dies eine der Zielsetzungen in den beiden Fortbildungen war und etliches an Zeit für das Kennenlernen und Ausprobieren des mobilen Lernarrangements investiert wurde. Da liegen die beiden Gruppen mit ihren Mittelwerten (IG_I: $M = 3.29$, $SD = .86$; IG_{II}: $M = 3.27$, $SD = .70$) in etwa gleich auf. Das physikalische Hintergrund-

wissen erzielte in der IG_{II} ebenfalls einen Wert von über 3. Die IG_{II} hatte als Fortbildungsschwerpunkt Fachwissen. Deshalb erstaunt es nicht, dass die IG_{II} ($M = 3.05$, $SD = .95$) gegenüber der IG_I ($M = 2.75$, $SD = .79$) einen mit $+0.30$ höheren Mittelwert aufweist. Inhaltlich neutral, das heisst keinem der beiden Fortbildungsschwerpunkte zuzuordnen, ist das Item „Organisatorische Umsetzung des mobilen Lernarrangements“. In beiden Fortbildungen gab es eine Sequenz, wo das Organisatorische in beiden Gruppen identisch thematisiert wurde. Die Mittelwerte der beiden Gruppen (IG_I: $M = 2.83$, $SD = .72$ IG_{II}: $M = 2.86$, $SD = .73$) unterscheiden sich kaum. Das bedeutet, dass es gelungen ist, in beiden Gruppen den Inhalt vergleichbar zu vermitteln. Die restlichen vier Items („Vorkonzepte und Vorstellungen der Kinder zum Fliegen“, „Mit Kindern naturwissenschaftliche Erklärungen suchen“, „Tiefenstruktur der Aufgaben“ und „Lernbegleitung“) sind inhaltlich gesehen eher der Fortbildung der IG_I (fachdidaktisches Wissen) zuzuordnen. Die Analysen zeigen, dass, ausser beim Item „Lernbegleitung“, in der IG_I die Mittelwerte höher liegen als in der IG_{II}. Beim Item „Vorkonzepte und Vorstellungen der Kinder zum Fliegen“ ist der Mittelwertunterschied zwischen IG_I ($M = 2.67$, $SD = .82$) und IG_{II} ($M = 2.19$, $SD = .85$) knapp signifikant $p = .05$, $F_{(1;44)} = 3.88$. Die folgende Grafik (vgl. Abb. 30) stellt die Mittelwerte aller Items der ganzen Skala dar.

Abb. 30: Mittelwerte Skala „Neues gelernt“ – Gruppenvergleich



4.2.2.2 Ländervergleiche

Die Ländervergleiche werden über die Teilstichproben $DE_{IG\ I}$, $DE_{IG\ II}$, $CH_{IG\ I}$ und $CH_{IG\ II}$ vorgenommen. In einem ersten Schritt geht es um den Vergleich innerhalb der Interventionsgruppe ($DE_{IG\ I}$ vs $CH_{IG\ I}$ bzw. $DE_{IG\ II}$ vs $CH_{IG\ II}$), der zweite Schritt zeigt den Vergleich von $DE_{IG\ I}$ vs $DE_{IG\ II}$ bzw. $CH_{IG\ I}$ vs $CH_{IG\ II}$.

Interventionsgruppe IG_I (Fortbildungsfokus fachdidaktisches Wissen)

Die Lehrpersonen aus beiden Ländergruppen reflektierten die Fortbildung anhand der Items, welche im Unterkapitel Items zur Fortbildung (vgl. 4.2.1) aufgeführt sind. Analog der Gruppenvergleiche ist nur die Skala „Neues gelernt“ für die vorliegende Arbeit von Interesse. Folgende Ergebnisse ergab der Mittelwertvergleich ($M_{\max} = 4.00$) für die beiden Ländergruppen der IG_I (vgl. Tab. 33).

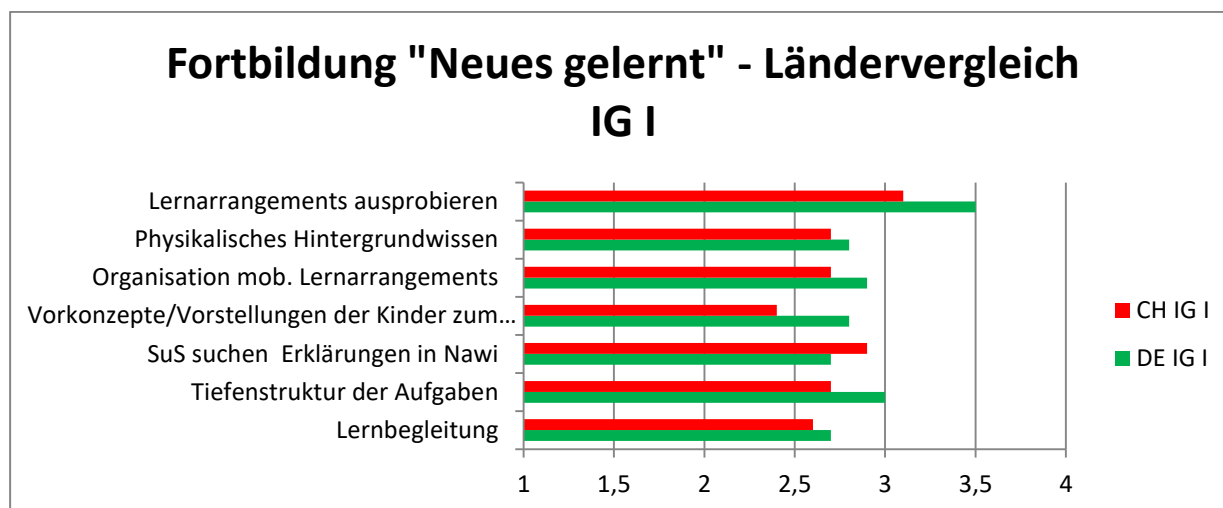
Tab. 33: Mittelwerte Skala „Neues gelernt“ – Ländervergleiche IG_I

Itembeschreibung: In welchem Ausmass haben Sie in den folgenden Bereichen Neues gelernt?	DEIG I (N = 10)		CHIG I (N = 10)		F-Wert	Signifikanz- wert p
	$M_{IG I}$	$SD_{IG I}$	$M_{IG I}$	$SD_{IG I}$		
Ausprobieren des mobilen Lernarrangements	3.50	.71	3.10	.99	$F_{(1:19)} = 1.06$	.31
Physikalisches Hintergrundwissen	2.80	.92	2.70	.67	$F_{(1:19)} = .08$	.79
Organisatorische Umsetzung des mobilen Lernarrangements	2.90	.88	2.70	.50	$F_{(1:19)} = .49$	.49
Vorkonzepte und Vorstellungen der Kinder zum Fliegen	2.80	.92	2.40	.70	$F_{(1:19)} = 1.20$	.29
Mit Kindern naturwissenschaftliche Erklärungen suchen	2.70	.82	2.90	.88	$F_{(1:19)} = .28$	.61
Tiefenstruktur der Aufgaben	3.00	.94	2.70	.82	$F_{(1:19)} = .57$	.46
Lernbegleitung	2.70	.67	2.60	.52	$F_{(1:19)} = .14$	.71

Aus der oben stehenden Tabelle (vgl. Tab. 33) wird ersichtlich, dass sich die beiden Ländergruppen in keinem Item signifikant unterscheiden. Das Antwortverhalten ist recht homogen, was heisst, dass die Mittelwerte beim einzelnen Item für beide Ländergruppen nahe beieinander liegen.

Werden die einzelnen Werte bei den Items betrachtet, lässt sich feststellen, dass das Item „Ausprobieren des mobilen Lernarrangements“ einen hohen Wert (ziemlich bis sehr) an Lernzuwachs aufweist. Die Mittelwerte der anderen Items bewegen sich mehrheitlich zwischen 2.40 und 3.00, was bedeutet, dass zwischen „ein wenig“ bis „ziemlich“ dazugelernt wurde. Die folgende Grafik (vgl. Abb. 31) zeigt den Mittelwertvergleich der beiden Ländergruppen aus der IG_I.

Abb. 31: Mittelwerte Skala „Neues gelernt“ – Ländervergleich IG I



Interventionsgruppe IG_{II} (Fortbildungsfokus Fachwissen)

Die Lehrpersonen der IG_{II} haben während zwei Tagen eine Fortbildung mit dem Fokus Fachwissen besucht. Im Sinne einer Vergleichbarkeit konnten die Lehrpersonen nach Abschluss der Fortbildung unter anderem auch Auskunft darüber geben, ob und in welchem Ausmass sie etwas dazugelernt haben. Die Mittelwerte ($M_{max} = 4.00$) der einzelnen Items finden sich in der unten stehenden Tabelle (vgl. Tab. 34).

Tab. 34: Mittelwerte Skala „Neues gelernt“ – Ländervergleiche IG_{II}

Itembeschreibung: In welchem Ausmass haben Sie in den folgenden Bereichen Neues gelernt?	DE _{IG II} (N = 8)		CH _{IG II} (N = 10)		F-Wert	Signifikanz- wert <i>p</i>
	$M_{IG II}$	$SD_{IG II}$	$M_{IG II}$	$SD_{IG II}$		
Ausprobieren des mobilen Lernar- rangements	3.38	.74	3.40	.70	$F_{(1:17)} = .01$	.94
Physikalisches Hintergrundwissen	3.50	.53	3.20	.92	$F_{(1:17)} = .67$	.43
Organisatorische Umsetzung des mobilen Lernarrangements	3.00	.58	2.80	.79	$F_{(1:17)} = .33$	.58
Vorkonzepte und Vorstellungen der Kinder zum Fliegen	2.13	.99	2.00	.82	$F_{(1:17)} = .09$	.78
Mit Kindern naturwissenschaftliche Erklärungen suchen	2.50	1.07	2.60	.84	$F_{(1:17)} = .05$	.83
Tiefenstruktur der Aufgaben	3.25	.46	2.50	.85	$F_{(1:17)} = 5.00$	.04
Lernbegleitung	3.38	.74	2.70	.67	$F_{(1:17)} = 4.06$	.06

Die Analyse der oben stehenden Daten ergibt, dass sich die Mittelwerte der Lehrpersonen aus DE ($M_{IG II} = 3.25$, $SD_{IG II} = .46$) und jener der CH ($M_{IG II} = 2.50$, $SD_{IG II} = .85$) im Item „Tiefenstruktur“ signifikant $p = .04$, $F_{(1:17)} = 5.00$ unterscheiden. Diese Analyse der Mittelwerte bedeutet, dass die Lehrperson der DE_{IG II} „ziemlich“ bis „sehr“ an Erkenntnissen über die Tie-

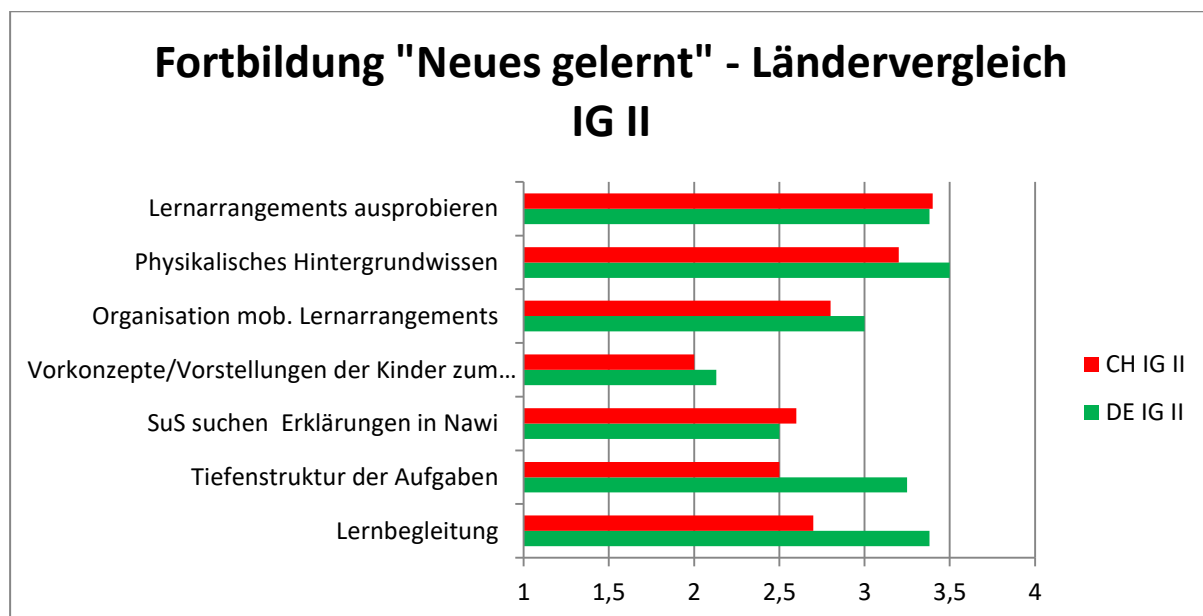
fenstruktur von Aufgaben gewonnen haben, die Lehrperson der CH_{IG II} hingegen nur „ein wenig“ bis „ziemlich“.

Alle anderen Werte weisen keine signifikanten Unterschiede auf. Das bedeutet, dass die beiden Gruppen ungefähr in gleicher Ausprägung die einzelnen Items beantwortet haben.

Die unten stehende Abbildung (vgl. Abb. 32) illustriert die Mittelwerte der beiden Ländergruppen grafisch.

Werden die Werte der IG_{II}-Ländergruppen mit den Werten der IG_I-Ländergruppen verglichen, wird festgestellt, dass beide Ländergruppen der IG_{II} in drei Items („physikalisches Grundwissen“, „organisatorische Umsetzung des mobilen Lernarrangements“ und „Lernbegleitung“) höhere Werte aufweisen als die IG_I. Die Lehrpersonen der DE_{IG II} haben in fünf Items mehr dazugelernt als die Lehrpersonen aus der CH_{IG II}. In vier Items weisen die Lehrpersonen der CH_{IG II} höhere Werte auf als die Lehrpersonen der DE_{IG II}.

Abb. 32: Mittelwerte Skala „Neues gelernt“ – Ländervergleich IG_{II}



Nebst einem Vergleich der beiden Ländergruppen innerhalb der Interventionsgruppe I bzw. Interventionsgruppe II (siehe vorangegangene Ausführungen) interessiert auch, wie und ob sich die beiden Lehrpersonengruppen (DE_{IG I} vs DE_{IG II} bzw. CH_{IG I} vs CH_{IG II}) eines Landes unterscheiden.

Ländergruppe DE (DE_{IG I} und DE_{IG II})

In der Ländergruppe DE ergibt der Mittelwertvergleich ($M_{max} = 4.00$) folgende Werte (vgl. Tab. 35):

Tab. 35: Mittelwerte Skala „Neues gelernt“ – interner Ländervergleich DE

Itembeschreibung: In welchem Ausmass haben Sie in den folgenden Bereichen Neues gelernt?	DE _{IG I} (N = 10)		DE _{IG II} (N = 8)		F-Wert	Signifikanz- wert p
	M _{IG I}	SD _{IG I}	M _{IG II}	SD _{IG II}		
Ausprobieren des mobilen Lernarrangements	3.50	.71	3.38	.74	$F_{(1:17)} = .13$	.72
Physikalisches Hintergrundwissen	2.80	.92	3.50	.53	$F_{(1:17)} = 3.63$	.08
Organisatorische Umsetzung des mobilen Lernarrangements	2.90	.88	3.00	.58	$F_{(1:17)} = .07$	.80
Vorkonzepte und Vorstellungen der Kinder zum Fliegen	2.80	.92	2.13	.99	$F_{(1:17)} = 2.24$	.15
Mit Kindern naturwissenschaftliche Erklärungen suchen	2.70	.82	2.50	1.07	$F_{(1:17)} = .20$	.66
Tiefenstruktur der Aufgaben	3.00	.94	3.25	.46	$F_{(1:17)} = .47$	.50
Lernbegleitung	2.70	.67	3.38	.74	$F_{(1:17)} = 4.06$	.06

Die beiden Teilstichproben unterscheiden sich in keinem Wert signifikant. Es lässt sich auch keine Regelmässigkeit an Antwortverhalten feststellen, welche aussagen würde, dass beispielsweise die DE_{IG I} in allen Items höhere (oder tiefere) Werte erzielt als die DE_{IG II}. In drei Items haben die DE_{IG I} höhere Mittelwerte, in vier Items trifft dies auf die DE_{IG II} zu.

Ländergruppe CH (CH_{IG I} und CH_{IG II})

Der Vergleich bei der Ländergruppe DE gilt analog auch für die Ländergruppe CH. Anhand der Mittelwertanalyse ($M_{max} = 4.00$) ergaben sich folgenden Werte (vgl. Tab. 36) für die Ländergruppe CH.

Tab. 36: Mittelwerte Skala „Neues gelernt“ – interner Ländervergleich CH

Itembeschreibung: In welchem Ausmass haben Sie in den folgenden Bereichen Neues gelernt?	CH _{IG I} (N = 10)		CH _{IG II} (N = 10)		F-Wert	Signifikanz- wert p
	M _{IG I}	SD _{IG I}	M _{IG II}	SD _{IG II}		
Ausprobieren des mobilen Lernarrangements	3.10	.99	3.40	.70	$F_{(1:19)} = .61$	.44
Physikalisches Hintergrundwissen	2.70	.67	3.20	.92	$F_{(1:19)} = 1.92$	.18
Organisatorische Umsetzung des mobilen Lernarrangements	2.70	.50	2.80	.79	$F_{(1:19)} = .19$	.67
Vorkonzepte und Vorstellungen der Kinder zum Fliegen	2.40	.70	2.00	.82	$F_{(1:19)} = 1.39$	.26
Mit Kindern naturwissenschaftliche Erklärungen suchen	2.90	.88	2.60	.84	$F_{(1:19)} = .61$	.45
Tiefenstruktur der Aufgaben	2.70	.82	2.50	.85	$F_{(1:19)} = .29$	.60
Lernbegleitung	2.60	.74	2.70	.67	$F_{(1:19)} = .14$	.71

Wie bei der Ländergruppe DE lassen sich auch in der Ländergruppe CH keine signifikanten Unterschiede in den Mittelwerten zwischen der CH_{IG I} und CH_{IG II} feststellen. Ebenso zeigt sich ein ähnliches Bild in der Regelmässigkeit des Antwortverhaltens zwischen den beiden Teilstichproben. In fünf Items erzielt die CH_{IG II} höhere Werte, in den zwei verbleibenden die CH_{IG I}.

4.2.3 Fazit

Die in der Skala „Neues gelernt“ zusammengefassten sieben Items lassen sich grob in drei Kategorien einteilen:

1. *Items, welche neutralen Charakter haben, d. h. nicht spezifisch einem Fortbildungsfokus zugeordnet werden können. Dazu gehören: „Ausprobieren des mobilen Lernarrangements“ und „Organisatorische Umsetzung des mobilen Lernarrangements“.*
2. *Items, welche dem Fortbildungsfokus „Fachwissen“ (Interventionsgruppe IG_{II}) zugeordnet werden. Das Item „Physikalisches Hintergrundwissen“ gehört in diese Kategorie.*
3. *Items, welche dem Fortbildungsfokus „fachdidaktisches Wissen“ (Interventionsgruppe IG_I) zuzuordnen sind. „Vorkonzepte und Vorstellungen der Kinder zum Fliegen“, „Mit Kindern naturwissenschaftliche Erklärungen suchen“, „Tiefenstruktur der Aufgaben“ und „Lernbegleitung“ sind die Items, welche in die Kategorie 3 gehören.*

Anhand der im Unterkapitel 4.2.2.1 (Gruppenvergleiche) dargestellten Analyse lässt sich ableiten, dass aus der Sicht der Teilnehmenden die Fortbildungen nicht in unterschiedlichen Bereichen zu einem Lernzuwachs geführt haben, sondern insgesamt sehr ähnlich beurteilt wurden. Die Einschätzung des Lernzuwachses fällt also unabhängig von der jeweiligen Gruppe ähnlich aus.

Die Analysen in den folgenden Unterkapiteln, vorwiegend 4.5 und 4.6, werden darüber Aufschluss geben, ob sich die beiden Gruppen bzw. Länder aufgrund der Fortbildung bzw. Fortbildungsschwerpunkte in der Verändierung des Professionswissen signifikant unterscheiden werden.

4.3 Güte der Instrumente und statistische Prüfung der Daten

In diesem Unterkapitel geht es darum, darzulegen, ob die verwendeten Instrumente für die Datenerhebung die Gütekriterien auch in der Haupterhebung erfüllen. Dies passiert in zwei Schritten. Einerseits wird der Fachwissenstest, welcher zu allen drei Messzeitpunkten eingesetzt wurde, analysiert, andererseits wird der Fragebogen zu den anderen Bereichen des Professionswissens ausgewertet: dem fachdidaktischen und pädagogischen Wissen. Die Fragen zum pädagogischen Wissen wurden nicht im Längsschnitt erhoben, da diese die Forschungsfrage nicht direkt betreffen und bzgl. der Fortbildung beider Interventionsgruppe nicht thematisiert worden ist.

4.3.1 Fachwissenstest

Im Unterkapitel 3.4.1.3 wurde aufgezeigt, wie der Fragebogen für die Erfassung des Fachwissens gestaltet war. Pro Testheft standen 25 Items aus den formulierten Themengebieten zur Verfügung. Die Testhefte (L1, L2 und L3) der drei Testzeitpunkte (Kontrollgruppe zwei Testzeitpunkte) waren nicht identisch. Bei der Konstruktion bzw. bei der Auswertung wurde jedoch darauf geachtet, dass es eine Itemüberlappung²⁹ gab. Diese Itemüberlappung diente dazu, den Schwierigkeitsgrad der verschiedenen Testhefte miteinander zu vergleichen und eichen zu können.

Folgende Tabelle (vgl. Tab. 37) zeigt die Anzahl der überlappenden Items einerseits vor und andererseits nach der Itemanalyse bzw. der Itemreduktion zu den einzelnen Testzeitpunkten.

Tab. 37: Anzahl überlappende Items zum Fachwissen vor/nach Itemanalyse

Testzeitpunkte/Testhefte	Anzahl überlappende Items (vor Itemanalyse)	Anzahl überlappende Items (nach Itemanalyse)
L1 zu L2	13	5
L1 zu L3	13	9
L2 zu L3	12	8
L1 zu L2 zu L3	1	1

Die Reliabilitätsprüfung nach der Datenerhebung ergab, dass nicht alle 25 Items die geforderten Qualitätsansprüche erfüllten (vgl. Bühner, 2011). Im Sinne der Güte sollen sich die MSQ³⁰-Werte Outfit wie Infit in der Bandbreite von 1.2 bis .8 bewegen. Anhand der gängigen Analyseverfahren mit dem Rasch-Modell (vgl. Bühner, 2011, S. 557 ff.) wurde errechnet, welche Items sich in dieser Bandbreite bewegen und wie sie mit den anderen Item korrelieren. Es wurden verschiedene Modelle gerechnet und Items gestrichen. Schliesslich ergab sich eine Reduktion von ursprünglich 25 Items auf 21. Die nachfolgende Tabelle (vgl. Tab. 38) zeigt die verbleibenden 21 Items, welche mit ihren relevanten Kennwerten für die weiteren Berechnungen verwendet wurden.

Es ist ersichtlich, dass die ausgewählten Items die geforderten Gütekriterien mehrheitlich erfüllen. Die MSQ-Infit-Werte liegen alle innerhalb, einige MSQ-Outfit-Werte ausserhalb der angestrebten Bandbreite von 1.2–.8. Diese sind in der nachfolgenden Tabelle (vgl. Tab. 38) gelb markiert. Trotz dieser Itemreduktion auf 21 Items ist eine Überlappung weiterhin, wenn auch nicht mehr so ausgeprägt, gewährleistet (vgl. Tab. 37).

²⁹ Items, welche mehrmals zu verschiedenen Messzeitpunkten erfragt wurden.

³⁰ MSQ – Meansquare.

Tab. 38: Item-Fit-Statistik nach Rasch

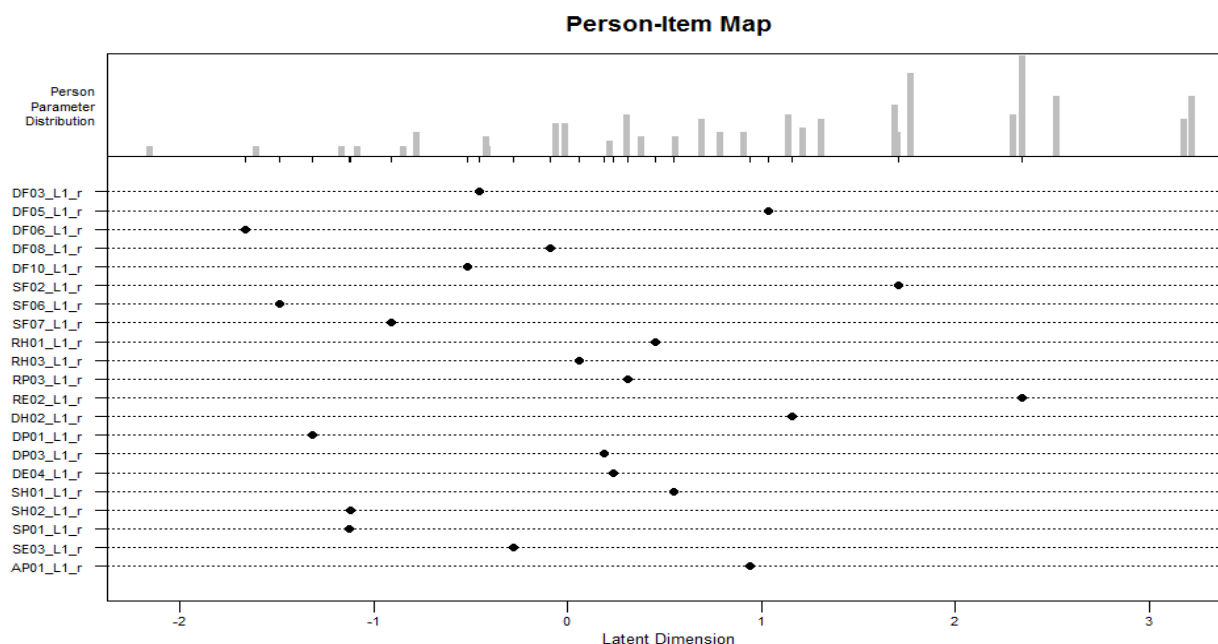
Item ³¹	Outfit MSQ	Infit MSQ	Outfit t	Infit t
DF03_L1_r	0.801	0.866	-0.70	-0.90
DF05_L1_r	0.972	0.841	-0.16	-1.69
DF06_L1_r	0.834	0.792	-0.16	-0.79
DF08_L1_r	1.036	0.999	0.24	0.03
DF10_L1_r	0.670	0.846	-1.24	-1.02
SF02_L1_r	1.091	1.094	0.80	1.13
SF06_L1_r	0.746	1.017	-0.27	0.16
SF07_L1_r	1.183	0.863	0.61	-0.79
RH01_L1_r	0.826	0.903	-1.07	-0.95
RH03_L1_r	0.837	0.889	-0.60	-0.72
RP03_L1_r	1.044	0.967	0.27	-0.21
RE02_L1_r	0.727	0.830	-2.03	-2.14
DH02_L1_r	1.085	1.090	0.71	1.05
DP01_L1_r	1.457	0.965	0.92	-0.02
DP03_L1_r	1.079	1.104	0.47	0.91
DE04_L1_r	0.762	0.850	-1.37	-1.34
SH01_L1_r	1.181	1.015	0.68	0.14
SH02_L1_r	1.134	1.020	0.49	0.17
SP01_L1_r	1.268	1.114	0.76	0.62
SE03_L1_r	0.806	0.924	-0.77	-0.52
AP01_L1_r	1.285	1.162	1.82	1.50

Die Verteilung der einzelnen Items in ihrer Schwierigkeit auf die Personen zeigt sich anhand der Person-Item Map (vgl. Abb. 33).

Diese nachfolgende Abbildung (vgl. Abb. 33) ist wie folgt zu interpretieren. Alle 21 Items haben einen Schwierigkeitsgrad (latente Dimension). Je höher dieser latente Dimensionswert liegt, umso höher ist der Schwierigkeitsgrad dieses Items (z. B.: Das Item RE_02 hat einen latenten Dimensionswert von über +2). Die obere Zeile zeigt die Personenparameterverteilung. Je höher der Balken in dieser Zeile ist, umso mehr Personen haben dieses Item richtig gelöst. Daraus ist ersichtlich, dass die Items mit mittlerem bis hohem Schwierigkeitsgrad (latente Dimension 0 bis +3) von der Mehrheit der Teilnehmenden richtig gelöst wurden. Das kann allerdings auch bedeuten, dass die Items zu leicht waren und somit wenig streuen³².

³¹ Die Itembezeichnungen sind im Unterkapitel 3.4.1.3 „Fragebogen für das Fachwissen“ beschrieben.

³² Eine übersichtlichere Darstellung der Person-Item-Mappe befindet sich im Anhang VI.

Abb. 33: Person-Item Map „Fachwissen“

4.3.2 Skalen zu fachdidaktischem und pädagogischem Wissen

Die in den Untersuchungsinstrumenten verwendeten Skalen sind zum Grossteil schon im Zusammenhang mit anderen Forschungsvorhaben verwendet worden. Sie wurden teils im Originalwortlaut übernommen oder auf die Bedürfnisse der vorliegenden Untersuchung adaptiert. Einige der Skalen wurden neu konstruiert. Es handelt sich dabei um Skalen, welche auf der Basis der klassischen Testtheorie gebildet wurden. Die Analysen aller Skalen im Bereich des fachdidaktischen und pädagogischen Wissens werden mittels SPSS ausgeführt.

Die folgenden Tabellen (vgl. Tab. 39 ff.) illustrieren die zu den verschiedenen Messzeitpunkten eingesetzten Skalen, ihre Quellen, deren Itemanzahlen und den internen Konsistenzkoeffizienten Cronbachs Alpha zum jeweiligen Messzeitpunkt. Die Einzelitems der Skalen sowie die vollständigen Reliabilitätsanalysen über alle drei Messzeitpunkte bei den Interventionsgruppen I und II bzw. deren zwei bei der Kontrollgruppe und Itemstatistiken finden sich im Anhang VI unter 1.3.1 bis 1.3.3.

4.3.2.1 Skalen mit einem Messzeitpunkt

Die latenten Merkmale, welche einer einmaligen Datenerhebung (T1) unterzogen wurden, umfassen folgende Themen aus dem fachdidaktischen bzw. pädagogischen Bereich: Lernen allgemein und Unterricht (drei Skalen), Einstellungen zum Beruf, zum Unterrichten und zur Schule (vier Skalen), Unterrichtsmanagement (drei Skalen), Kooperation (eine Skala) und Unterrichten im naturwissenschaftlichen Unterricht (drei Skalen). Bei diesen Grundskalen handelt es sich um Skalen, die bereits im Zusammenhang mit anderen Forschungsprojekten verwendet worden sind (z. B. PISA, TIMMS, TEDS-M).

In der folgenden Tabelle (vgl. Tab. 39) wird eine Zusammenstellung der erwähnten Skalen präsentiert. Es handelt sich um eine erste Prüfung bzw. Analyse der Reliabilität dieser Grundskalen. Für weitere Analysedetails wird auf den Anhang VI unter 1.3.1 verwiesen. Nebst dem fachdidaktischen bzw. pädagogischen Bereich, den Skalennamen, der verwendeten Quelle (Spalten eins bis drei) gibt die Tabelle Auskunft über die Anzahl der Items, die Spannweite der Itemkorrelation r_{it} , den Cronbach-Alpha-Wert und je ein Beispielitem.

Tab. 39: Geprüfte Grundskalen mit einem Messzeitpunkt: Reliabilitätsanalysen

Bereich	Skala:	Quelle	Anzahl Items	Interitemkorrelation r_{it} (Spannweite)	Cronbachs Alpha	Beispielitem
Lernen allgemein und Unterricht	Deutschunterricht: Sozialformen, Methoden, ...:	vgl. PISA, 2006	8	.15 < r_{it} < .49	.54	Im DEU-U: rede ich und stelle Fragen und einzelne Schülerinnen und Schüler antworten (fragend entwickelnd).
	Mathematikunterricht: Sozialformen, Methoden, ...:	vgl. PISA, 2006	8	.02 < r_{it} < .45	.47	Im Mathe-U: frage ich die Schülerinnen und Schüler ab (z. B. Lösungsverfahren, Regeln, Merksätze usw.).
	Reaktion auf verschiedene Leistungsfähigkeiten	vgl. TIMMS, 2007	10	.18 < r_{it} < .61	.74	Ich gebe schwachen Schülerinnen und Schülern zusätzliche Unterstützung zum Erreichen der Lernziele.
Einstellungen zu Beruf, Unterrichten und Schule	Einstellungen zu Aussagen der Lehrtätigkeit (Expertise)	vgl. TEDS-M, 2010	7	.03 < r_{it} < .56	.40	Die wesentlichen Merkmale, welche eine „gute Lehrperson“ auszeichnen, sind einem gegeben bzw. angeboren.
	Einstellungen zu Äusserungen Schule und Erziehung	vgl. TEDS-M, 2010	9	.29 < r_{it} < .50	.69	Vor den Anforderungen der modernen Welt müssen die bislang gewohnten Schulformen und Unterrichtsmethoden einfach versagen.
	Aspektberücksichtigung: Reflexion: gesamt	vgl. TEDS-M, 2010	5	.32 < r_{it} < .57	.68	... was ich unter gutem Unterricht bzw. wirksamem und effektivem Lehren verstehe ...
	Aspektberücksichtigung: Souveränität: gesamt	vgl. TEDS-M, 2010	12	.31 < r_{it} < .56	.79	... im Arrangieren von Gruppenarbeiten im naturwissenschaftlichen Unterricht.

Bereich	Skala:	Quelle	Anzahl Items	Interitemkorrelation r_{it} (Spannweite)	Cronbachs Alpha	Beispielitem
Unterrichtsmanagement	Disziplin: gesamt	vgl. TEDS-M, 2010	13	.11 < r_{it} < .50	.68	Wenn Schülerinnen und Schüler nicht den vorgegebenen Tätigkeiten der Lehrperson folgen, so sollten sie sofort ermahnt und ihre Aufmerksamkeit auf diese Tätigkeit zurückgeleitet werden.
	Misserfolg erleben, Bewältigung von Belastungen: gesamt	vgl. TEDS-M, 2010	11	-.30 < r_{it} < .62	.16	Wenn ich keinen Erfolg habe, resigniere ich schnell.
	Unterrichtsbeeinträchtigungen: gesamt	vgl. TIMMS, 2007	5	.15 < r_{it} < .39	.48	... Schülerinnen und Schüler mit unterschiedlichen Leistungsfähigkeiten.
Kooperation	Kooperationshäufigkeit: Gesamt	vgl. TIMMS, 2007	13	.30 < r_{it} < .67	.86	... bei der Vorbereitung einzelner Unterrichtsstunden
Unterrichten im NAWI	Lehrverfahren im naturwissenschaftlichen Unterricht: Basisverfahren	vgl. PISA, 2006	6	.03 < r_{it} < .67	.75	... präsentiere ich naturwissenschaftliche Inhalte, während die Schülerinnen und Schüler zuhören.
	Lehrverfahren im naturwissenschaftlichen Unterricht: erweiterte Lehrverfahren	vgl. PISA, 2006	8	.24 < r_{it} < .61	.70	... arbeiten die Schülerinnen und Schüler an einem individuellen Arbeitsplan (Wochenplan, Lehrplan).
	Lehrverfahren im naturwissenschaftlichen Unterricht: weitere Lehrverfahren	vgl. PISA, 2006	4	.44 < r_{it} < .64	.75	... diskutieren die Lernenden und die Lehrperson gemeinsam.

Diese erste Reliabilitätsanalyse (vgl. Tab. 39) ergab, dass im Bereich der internen Konsistenz einzelne Alpha-Werte klar zu gering sind. Die kritischen Alpha-Werte sind in der oben stehenden Tabelle grau markiert. Wittenberg (1991, S. 79) definierte das Cronbachs Alpha und dessen Werte wie folgt:

„... Cronbach's Alpha ist der Ausdruck für die interne Konsistenz des Antwortverhaltens der Befragten, also dafür, ob die Befragten tendenziell konsequent antworten oder ob sie in ihrer Meinung hin und her oszillieren ...“.

Weiter legt Wittenberg die Werte fest: „... $\geq .90$ hohe Reliabilität; $\geq .70$ zufriedenstellende Reliabilität; $\geq .50$ ausreichende Reliabilität ...“ (vgl. Wittenberg, 1991, S. 79 f.).

Schnell, Hill und Esser (2005) schreiben zum gleichen Thema:

„... Alpha kann Werte zwischen Null und Eins annehmen, empirische Werte über .8 können als akzeptabel betrachtet werden. In der Praxis werden meist weit niedrigere Koeffizienten noch akzeptiert ...“ (vgl. Schnell/Hill/Esser, 2005, S. 153).

Für die weiteren Analysen werden die Definition und die Alpha-Werte nach Wittenberg herangezogen.

Ebenfalls grau hinterlegt sind im Bereich der Interitemkorrelation jene Werte, welche unter .20 liegen (vgl. Bühner, 2011, S. 243).

Mittels Faktorenanalysen, Streichen von Items bzw. der Bildung von Subskalen wurden die in der oben stehenden Tabelle (vgl. Tab. 39) markierten Werte neu analysiert und für weitere Berechnungen und Analysen bereinigt. Die folgende Tabelle (vgl. Tab. 40) zeigt die revidierte Skalenzusammenstellung. Sie ist inhaltlich und darstellungsmässig identisch aufgebaut wie die vorangegangene Tabelle (vgl. Tab. 39).

Tab. 40: Angepasste Skalen mit einem Messzeitpunkt: Reliabilitätsanalysen

Bereich	Skala:	Quelle	Anzahl Items	Interite-korrelation r_{it} (Spannweite)	Cronbachs Alpha	Beispielitem
Lernen allgemein und Unterricht	Deutschunterricht: Sozialformen, Methoden, ...:	vgl. PISA, 2006	5	.40 < r_{it} < .62	.75	Im DEU-U: rede ich und stelle Fragen und einzelne Schülerinnen und Schüler antworten (fragend entwickelnd).
	Mathematikunterricht: Sozialformen, Methoden, ...:	vgl. PISA, 2006	5	.37 < r_{it} < .55	.70	Im Mathe-U: frage ich die Schülerinnen und Schüler ab (z. B. Lösungsverfahren, Regeln, Merksätze usw.).
	Reaktion auf verschiedene Leistungsfähigkeiten	vgl. TIMMS, 2007	9	.29 < r_{it} < .62	.78	Ich gebe schwachen Schülerinnen und Schülern zusätzliche Unterstützung zum Erreichen der Lernziele

Bereich	Skala:	Quelle	Anzahl Items	Interite-korrelation r_{it} (Spannweite)	Cronbachs Alpha	Beispielitem
Einstellungen zu Beruf, Unterrichten und Schule	Einstellungen zu Aussagen der Lehrtätigkeit:	vgl. TEDS-M, 2010	4	$.34 < r_{it} < .55$	.67	Die wesentlichen Merkmale, welche eine „gute Lehrperson“ auszeichnen, sind einem gegeben bzw. angeboten.
	Einstellungen zu Äußerungen Schule und Erziehung: gesamt	vgl. TEDS-M, 2010	9	$.29 < r_{it} < .50$	.69	Für jede Lehrperson sollte es eine Selbstverständlichkeit sein, Schülerinnen und Schüler mit schlechten Leistungen in ihrem Fach zusätzlichen Unterricht zu erteilen.
	Aspektberücksichtigung: Reflexion	vgl. TEDS-M, 2010	5	$.32 < r_{it} < .57$	.68	... was ich unter gutem Unterricht bzw. wirksamem und effektivem Lehren verstehe.
	Aspektberücksichtigung: Souveränität	vgl. TEDS-M, 2010	12	$.31 < r_{it} < .56$	.79	... im Arrangieren von Gruppenarbeiten im naturwissenschaftlichen Unterricht.
Unterrichtsmanagement	Disziplin: gesamt	vgl. TEDS-M, 2010	9	$.25 < r_{it} < .62$	.72	Wenn Schülerinnen und Schüler nicht den vorgegebenen Tätigkeiten der Lehrperson folgen, so sollten sie sofort ermahnt und ihre Aufmerksamkeit auf diese Tätigkeit zurückgeleitet werden.
	Misserfolg erleben, Bewältigung von Belastungen: Misserfolg = Ansporn	vgl. TEDS-M, 2010	4	$.54 < r_{it} < .61$	.77	Wenn mir etwas nicht gelingt, sage ich mir: Jetzt erst recht!
	Misserfolg erleben, Bewältigung von Belastungen: Gelassenheit	vgl. TEDS-M, 2010	3	$.50 < r_{it} < .64$	.73	Mich bringt so leicht nichts aus der Ruhe.
	Misserfolg erleben, Bewältigung von Belastungen: Resignation	vgl. TEDS-M, 2010	4	$.53 < r_{it} < .69$	.79	Misserfolge kann ich nur schwer verkraften.
	Unterrichtsbeeinträchtigungen: Leistungspotenzial	vgl. TIMMS, 2007	3	$.41 < r_{it} < .50$	.63	Schülerinnen und Schüler mit sehr unterschiedlicher Herkunft (z. B. ökonomisch, sprachlich)

Bereich	Skala:	Quelle	Anzahl Items	Interite-korrelation r_{it} (Spannweite)	Cronbachs Alpha	Beispielitem
	Unterrichtsbeeinträchtigungen: Schülerverhalten	vgl. TIMMS, 2007	2	$r_{it} = .47$	.64	desinteressierte Schülerinnen und Schüler
Kooperation	Kooperationshäufigkeit: gesamt	vgl. TIMMS, 2007	13	$.30 < r_{it} < .67$	.86	bei der Vorbereitung einzelner Unterrichtsstunden
Unterrichten im NAWI	Lehrverfahren im naturwissenschaftlichen Unterricht: Basisverfahren	vgl. PISA, 2006	5	$.45 < r_{it} < .67$	.79	... präsentiere ich naturwissenschaftliche Inhalte, während die Schülerinnen und Schüler zuhören.
	Lehrverfahren im naturwissenschaftlichen Unterricht: erweiterte Lehrverfahren	vgl. PISA, 2006	8	$.24 < r_{it} < .61$	.70	... arbeiten die Schülerinnen und Schüler an einem individuellen Arbeitsplan (Wochenplan, Lehrplan).
	Lehrverfahren im naturwissenschaftlichen Unterricht: weitere Lehrverfahren	vgl. PISA, 2006	4	$.44 < r_{it} < .64$	.75	... diskutieren die Lernenden und die Lehrperson gemeinsam.

Somit liegen Skalen vor, welche weitere, auf einer guten Datenbasis beruhende Berechnungen zulassen.

4.3.2.2 Skalen mit zwei Messzeitpunkten

Die persönlichen Einstellungen der Lehrpersonen zu den Naturwissenschaften sind ein tragendes Element in der Erfassung des Professionswissens. Aus dieser Überlegung heraus wurde diese Skala zu zwei Messpunkten abgefragt; einerseits zu Beginn der Projektteilnahme, also zum Messzeitpunkt T1, und andererseits am Ende der Teilnahme, zum Messzeitpunkt T3. Für die Skala „Einstellungen zu Naturwissenschaften“ ergaben sich folgende Analysen. Die folgende Tabelle (vgl. Tab. 41) zeigt die wesentlichen Kennwerte für diese Skala. Detaillierte Angaben finden sich im Anhang VI unter 1.3.2.

Tab. 41: Geprüfte Grundskalen mit zwei Messzeitpunkten: Reliabilitätsanalysen

Einstellungen zu Naturwissenschaften						
Skala	Quelle	Einsatz	Anzahl Items	Interitemkorrelation r_{it} (Spannweite)	Cronbachs Alpha	Beispielitem
Persönliche Einschätzung zu Naturwissenschaften	vgl. DORE ³³ , 2006	T1	8	$.53 < r_{it} < .70$	.30	Mich mit naturwissenschaftlichen Themen zu beschäftigen, macht mir grossen Spass.
		T3	8	$.29 < r_{it} < .77$	.83	

Die Reliabilitätsanalyse ergab zu beiden Messzeitpunkten gute Werte. Die Skalen können in der vorliegenden Form für weitere Analysen verwendet werden.

Nachdem die Skalen mit zwei Messzeitpunkten beschrieben worden sind, folgen im nächsten Unterkapitel nun jene Skalen, welche eine noch grössere Längsschnittanalyse zulassen, was bedeutet, dass die Daten zu drei Messzeitpunkten erhoben wurden.

4.3.2.3 Skalen mit drei Messzeitpunkten

In den Bereichen des Lernens im naturwissenschaftlichen Unterricht bzw. Einstellungen zu Naturwissenschaften wurden Daten über drei Messzeitpunkte erhoben. Grundlegend geht es in der vorliegenden Arbeit darum, ob und wie sich das Professionswissen in der Gesamtprojektdauer verändert hat. Daher werden vereinzelte Skalen zu drei Messzeitpunkten erhoben. Die Analysen (vgl. Tab. 42 bzw. Tab. 43) zeigen folgende Werte.

³³ DORE bezeichnet ein Förderprogramm des Nationalfonds. Vogt und Meier (2009) haben in einem unveröffentlichten Schlussbericht die Skalen publiziert.

Tab. 42: Geprüfte Grundskalen: Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht

Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht						
Skala	Quelle	Einsatz	Anzahl Items	Interitemkorrelation r_{it} (Spannweite)	Cronbachs Alpha	Beispielitem
Motiviertes Lernen	vgl. Kleickmann, 2008	T1	4	$.66 < r_{it} < .77$.85	Nur wenn für die Kinder die Auseinandersetzung mit einem naturwissenschaftlichen Thema wirklich bedeutsam ist, können sie erfolgreich sein.
		T2	4	$.28 < r_{it} < .68$	.68
		T3	4	$.38 < r_{it} < .63$	.76
Anwendungsbezogenes Lernen	vgl. Kleickmann, 2008	T1	5	$.33 < r_{it} < .60$.75	Nur wenn Themen im naturwissenschaftlichen Unterricht in echte Fragestellungen aus dem Alltag eingebunden sind, können die Kinder das erworbene Wissen auch in „Alltagssituationen“ anwenden.
		T2	5	$.50 < r_{it} < .78$	.83
		T3	5	$.57 < r_{it} < .71$	.83
Entwicklung eigener Deutungen	vgl. Kleickmann, 2008	T1	8	$.34 < r_{it} < .68$.80	Wenn Kinder ihre eigenen Formulierungen verwenden dürfen, können sie Naturphänomene besser verstehen.
		T2	8	$.41 < r_{it} < .54$	.76
		T3	8	$.32 < r_{it} < .74$	.83
Diskussion von Schülervorstellungen	vgl. Kleickmann, 2008	T1	4	$.44 < r_{it} < .66$.75	Die Themen im naturwissenschaftlichen Unterricht sind für Diskussionen unter den Kindern eher ungeeignet.
		T2	4	$.37 < r_{it} < .68$	.71
		T3	4	$.41 < r_{it} < .62$	.71
Praktizismus	vgl. Kleickmann, 2008	T1	6	$.12 < r_{it} < .61$.70	Für den naturwissenschaftlichen Unterricht gilt: Spass beim Handeln ist ein Garant für Lernen.
		T2	6	$.18 < r_{it} < .62$	.66
		T3	6	$.21 < r_{it} < .64$	.77
Transmission	vgl. Kleickmann, 2008	T1	7	$.36 < r_{it} < .67$.80	Bevor Kinder naturwissenschaftliche Zusammenhänge verstehen können, sollten ihnen grundlegende Begriffe vermittelt werden.
		T2	7	$.36 < r_{it} < .66$	.78
		T3	7	$.46 < r_{it} < .73$	.82
Laisser-faire	vgl. Kleickmann, 2008	T1	4	$.47 < r_{it} < .67$.79	Ohne das Eingreifen und Lenken der Lehrperson lernen Kinder im naturwissenschaftlichen Unterricht am besten.
		T2	4	$.35 < r_{it} < .68$	.72
		T3	4	$.59 < r_{it} < .66$	.80

Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht						
Skala	Quelle	Einsatz	Anzahl Items	Interitemkorrelation r_{it} (Spannweite)	Cronbachs Alpha	Beispielitem
Schülvorstellungen	vgl. Kleickmann, 2008	T1	3	$.37 < r_{it} < .60$.65	Schülerinnen und Schüler kommen mit teilweise tief in Alltagserfahrungen verankerten Vorstellungen zu Naturphänomenen in den Unterricht hinein.
		T2	3	$.56 < r_{it} < .58$	.74
		T3	3	$.18 < r_{it} < .44$	.53
Conceptual Change	vgl. Kleickmann, 2008 (adaptiert, Itemstreichung)	T1	5	$.27 < r_{it} < .53$.59	Wenn Kinder naturwissenschaftliche Inhalte lernen, stehen oft alte Vorstellungen in ständiger Konkurrenz mit neu erworbenen Vorstellungen.
		T2	5	$.25 < r_{it} < .62$	.69
		T3	5	$.31 < r_{it} < .56$	.68
Lernatmosphäre und -motivation (Zumutung)	vgl. Blömeke et al., 2009, TEDS-M vgl. Affolter/Brühwiler, 2011, TEDS-M (adaptiert, Itemstreichung)	T1	5	$.07 < r_{it} < .60$.61	Schülerinnen und Schüler sollten bei schwierigen Problemen ausprobieren können, ohne Angst vor Irrtümern zu haben.
		T2	5	$.13 < r_{it} < .54$	.59
		T3	5	$.38 < r_{it} < .51$	.67

Die Skalen für die Facette des Lernens im naturwissenschaftlichen Unterricht, welche in der oben stehenden Tabelle (vgl. Tab. 42) aufgeführt sind, weisen im Bereich der Interitemkorrelationen r_{it} mehrheitlich akzeptable Werte auf. Die interne Konsistenz (Cronbachs Alpha) zeigt generell ausreichende bis zufriedenstellende Werte (vgl. Wittenberg, 1991, S. 79 f.).

Weitere Skalen, welche über drei Messzeitpunkte abgefragt wurden, befassen sich mit den Einstellungen bzw. mit der Wichtigkeit der Zielsetzungen im naturwissenschaftlichen Unterricht. In der unten stehenden Tabelle (vgl. Tab. 43) werden diese Skalen abgebildet und mit den relevanten Analysewerten charakterisiert.

Tab. 43: Geprüfte Grundskalen: Einstellungen zu Naturwissenschaften

Einstellungen zu Naturwissenschaften						
Skala	Quelle	Einsatz	Anzahl	Interitem-korrelation r_{it} (Spannweite)	Cronbachs Alpha	Beispielitems Die Schülerinnen/Schüler:
Ziele und Wertschätzung	vgl. Wackermann, 2008	T1	7	$.30 < r_{it} < .60$.65	haben Interesse an naturwissenschaftlichen Themen.
		T2	7	$.38 < r_{it} < .65$	.78
		T3	7	$.38 < r_{it} < .64$	.73
Ziele und physikalische Bildung	vgl. Wackermann, 2008	T1	7	$.30 < r_{it} < .70$.70	besitzen ein grundlegendes naturwissenschaftliches Verständnis der Welt.
		T2	7	$.33 < r_{it} < .61$	.75
		T3	7	$.39 < r_{it} < .61$	.75
Ziele und Problemlösekompetenz	vgl. Wackermann, 2008	T1	4	$.26 < r_{it} < .33$.51	glauben, dass sie Naturwissenschaften verstehen können.
		T2	4	$.43 < r_{it} < .63$	.72
		T3	4	$.43 < r_{it} < .65$	.76

Auch die Skalen, welche in der oben stehenden Tabelle (vgl. Tab. 43) dargestellt sind, erfüllen mehrheitlich die Gütekriterien. Die interne Konsistenz (Cronbachs Alpha) wie auch die Itemkorrelationen weisen genügende bis gute Werte auf.

Da sich in der Analyse (vgl. Tab. 42 und Tab. 43) auch Werte zeigten, welche ungenügend sind (vgl. Bühner, 2011, S. 243), wurde anhand einer Gesamtfaktorenanalyse³⁴ überprüft, ob sich eine andere Skalenzusammenstellung eignen würde. Das Bild, welches sich ergab, war sehr uneinheitlich. Es wäre schwierig gewesen, Skalen zu bilden, welche in den zuvor erwähnten Bereichen durchwegs höhere Konsistenz- und Korrelationswerte aufweisen und die latenten Merkmale besser abbilden würden. Diese Gesamtfaktorenanalyse befindet sich im Anhang VI unter 1.2.

4.3.3 Fazit

Die Analyse der Gütekriterien für die Erhebungsinstrumente sowohl im Fachwissen wie auch im fachdidaktischen bzw. pädagogischen Wissen zeigt, dass mehrheitlich akzeptable Werte vorliegen und einer Weiterverwendung der erhobenen Daten nichts im Wege steht. Welche

³⁴ Diese Gesamtfaktorenanalyse wurde über alle Items gemacht, welche zu drei Messzeitpunkten erhoben wurden.

Schlüsse letztendlich gezogen werden können und welche Antworten die Daten auf die Forschungsfragen geben werden, wird Gegenstand der folgenden Unterkapitel sein.

4.4 Charakterisierung der drei Gruppen zum Messzeitpunkt T1

In diesem Unterkapitel geht es um die Charakterisierung der drei am Projekt beteiligten Gruppen. Es soll geprüft werden, ob sich die drei Gruppen zu Projektbeginn in den drei Bereichen des Professionswissens *nicht* unterscheiden. Um diese Annahme zu stützen, dienen einerseits jene Daten bzw. Skalen, welche jeweils zu Beginn der Projektteilnahme (Messzeitpunkt T1) erhoben und nur einmal abgefragt wurden (vgl. Unterkapitel 4.3.2.1 und Anhang VI unter 1.4.1). Andererseits werden auch die Daten zum Messzeitpunkt T1 aus den anderen Skalen, welche mehrmals eingesetzt worden sind, hinzugezogen. Es geht darum, zu überprüfen, ob sich die Teilnehmenden der drei Gruppen in ihren Einstellungen und ihrem Antwortverhalten zu Projektbeginn nicht signifikant unterscheiden.

4.4.1 Mittelwertvergleiche zwischen den Gruppen bzw. Ländern

Mittels einer einfaktoriellen ANOVA wurden die Mittelwerte aller Skalen, welche nur zu Projektbeginn abgefragt wurden, in Bezug auf Gruppen- und Länderunterschiede verglichen. Es wurde analysiert, ob sich signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen zeigen würden. Nebst dem p -Wert wurden bei den Gruppenvergleichen auch die Effektstärken d berechnet.

Eine erste Grobanalyse im Sinne eines Überblicks liefert die Zusammenstellung in der unten stehenden Tabelle (vgl. Tab. 44: Übersicht Skalen „Professionswissen“, Grobanalyse). Alle Skalen des Messzeitpunktes T1 wurden auf signifikante Unterschiede analysiert. Diejenigen Skalen, welche einen signifikanten Unterschied aufweisen, sind in der Tabelle grau markiert und werden anschliessend in den Gruppen- bzw. Ländervergleichen detailliert beschrieben.

Tab. 44: Übersicht Skalen „Professionswissen“, Grobanalyse

Professionswissens- bereich ^{*35}	Skala: Einmalige Erhebung (T1)	Gruppenvergleich	Ländervergleich IG = Interventionsgruppe I bzw. II KG = Kontrollgruppe		
			IG I	IG II	KG
PK/ PCK	Lernen allgemein und Unterricht Deutschunterricht: Sozialformen, Methoden, ...	n. s. ³⁶	n. s.	n. s.	n. s.

³⁵ PK = pädagogisches Wissen, PCK = fachdidaktisches Wissen, CK = Fachwissen

³⁶ n. s. steht für nicht signifikant, sign für signifikant.

Professionswissens- bereich*35	Skala: Einmalige Erhebung (T1)	Gruppenvergleich	Ländervergleich IG = Interventionsgruppe I bzw. II KG = Kontrollgruppe		
			IG I	IG II	KG
PK/ PCK	Lernen allgemein und Unterricht: Mathematikunterricht: Sozial- formen, Methoden, ...	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
PK	Lernen allgemein und Unterricht: Reaktion auf verschiedene Leistungsfähigkeiten	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
PK	Einstellungen zu Beruf, Unterrichten und Schule: Einstellungen zu Äusserungen Schule und Erziehung: gesamt	n. s.	n. s.	n. s.	sign
PK	Einstellungen zu Beruf, Unterrichten und Schule: Einstellungen zu Aussagen der Lehrtätigkeit	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
PK	Einstellungen zu Beruf, Unterrichten und Schule: Aspektberücksichtigung: Reflexion	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
PK	Einstellungen zu Beruf, Unterrichten und Schule: Aspektberücksichtigung: Souveränität: gesamt	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
PK	Unterrichtsmanagement: Disziplin: gesamt	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
PK	Unterrichtsmanagement: Misserfolg erleben, Bewältigung von Belastungen: Misserfolg = Ansporn	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
PK	Unterrichtsmanagement: Misserfolg erleben, Bewältigung von Belastungen: Gelassenheit	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
PK	Unterrichtsmanagement: Misserfolg erleben, Bewältigung von Belastungen: Resignation	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
PK	Unterrichtsmanagement: Unterrichtsbeeinträchtigungen: Leistungspotenzial	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
PK	Unterrichtsmanagement: Unterrichtsbeeinträchtigungen: Schü- lerverhalten	sign	n. s.	n. s.	n. s.
PK	Kooperation: Kooperationshäufigkeit: gesamt	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
PCK	Unterrichten im naturwissenschaftlichen Unterricht: Basisverfahren	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
PCK	Unterrichten im naturwissenschaftlichen Unterricht: erweiterte Lehrverfahren	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
PCK	Unterrichten im naturwissenschaftlichen Unterricht: weitere Lehrverfahren	n. s.	n. s.	n. s.	sign

Professionswissens- bereich ^{*37}	Skala: Mehrmalige Erhebung (T1, T2 und T3)	Gruppenvergleich	Ländervergleich IG = Interventionsgrup- pe I bzw. II KG = Kontrollgruppe		
			IG I	IG II	KG
CK	Fachwissenstest	sign	n. s.	sign	n. s.
PCK	Persönliche Einschätzung/Einstellung zum naturwissenschaftli- chen Unterricht	sign	n. s.	n. s.	n. s.
PCK	Wichtigkeit Ziele und Wertschätzung im naturwissenschaftlichen Unterricht	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
PCK	Wichtigkeit und Ziele physikalischer Bildung	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
PCK	Wichtigkeit und Problemlösekompetenz	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
PCK	Zumutung Lernatmosphäre und -motivation	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
PCK	Motiviertes Lernen	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
PCK	Laissez-faire	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
PCK	Anwendungsbezogenes Lernen	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
PCK	Transmission	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
PCK	Entwicklung eigener Deutungen	sign	n. s.	n. s.	n. s.
PCK	Praktizismus	n. s.	n. s.	n. s.	sign
PCK	Conceptual Change	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
PCK	Diskussion von Schülervorstellungen	sign	n. s.	n. s.	n. s.
PCK	Schülervorstellungen in Naturwissenschaften	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.

Ein Blick auf die oben stehende Tabelle (vgl. Tab. 44) zeigt, dass sehr wenige Skalen in den Gruppen- bzw. Ländervergleichen zum Messzeitpunkt T1 signifikante Unterschiede aufweisen.

Anhand dieser Grobanalyse geht es in den folgenden zwei Unterkapiteln um die detaillierteren Analysen derjenigen Skalen, welche in der Tabelle (vgl. Tab. 44) grau hinterlegt sind. An erster Stelle (vgl. Unterkapitel 4.4.2) folgen die Analysen der Gruppenvergleiche, welche zuerst die signifikanten Unterschiede in den einmalig erhobenen Skalen (nur Messzeitpunkt T1) aufzeigen und anschliessend jene Skalen mit mehreren Messzeitpunkten (T1 und/oder

³⁷ PK = pädagogisches Wissen, PCK = fachdidaktisches Wissen, CK = Fachwissen.

T2 und/oder T3) beschreiben. Eine analoge Vorgehensweise trifft für Analysen der Ländervergleiche zu (vgl. Unterkapitel 4.4.3).

4.4.2 Analyse der Ergebnisse (Gruppenvergleich)

Der folgenden Beschreibungen basieren auf den Berechnungen, welche im Anhang VI unter 1.4.1 zu finden sind. Für die Lesbarkeit der Berechnungs- und Datentabellenausschnitte im Anhang VI Unterkapitel 1.4.1 ff. gelten folgende Bemerkungen. Ein Lesebeispiel ist in der unten stehenden Tabelle (vgl. Tab. 45) zu finden. In der ersten Spalte wird jeweils die Skala bzw. der Bereich des Professionswissens kurz charakterisiert und beschrieben. Es folgen die Mittelwerte M (Spalten zwei, vier, sechs) und Standardabweichungen SD (Spalten drei, fünf, sieben) für die einzelnen Gruppen. Die aus der ANOVA resultierenden F -Werte, die Anzahl der Freiheitsgrade df und Signifikanzwerte p sind in den Spalten acht bis zehn aufgeführt. In der letzten Spalten befinden sich die Effektstärken, wobei in der ersten Zeile der Wert für den Vergleich IG_I und IG_{II} (z.B. $d = .06$), in der zweiten Zeile der Vergleich IG_I und KG (z. B. $d = .10$) und in der dritten Zeile die Berechnung für IG_{II} und KG (z.B. $d = .04$) steht.

Tab. 45: Tabellenausschnitt Mittelwertvergleiche für Gruppencharakterisierung

Bereich Skala	IG _I $N = 24$		IG _{II} $N = 22$		KG $N = 29$		F-Wert	df	Signifikanzwert p	Effektstärke d
	M_{T1}	SD_{T1}	M_{T1}	SD_{T1}	M_{T1}	SD_{T1}				
Lernen allgemein und Unterricht										.06
Deutschunterricht: Sozialformen, Methoden, ...	2.33	.61	2.44	.63	2.44	.70	.21	2,68	.81	.10
										.04

Die Analyse der im Anhang VI unter 1.4.1 aufgelisteten Tabellen zeichnet folgendes Bild: Die Teilnehmenden der Gruppen sind in ihrem Antwortverhalten sehr homogen. Insgesamt unterscheiden sich die drei Gruppen generell nicht signifikant. Die Mittelwerte liegen mehrheitlich sehr nahe beieinander.

Wie bereits im Zusammenhang mit der Grobanalyse (vgl. Tab. 44) beschrieben, zeigen sich in den Gruppenvergleichen sehr wenige signifikante Unterschiede. In der Folge werden die Skalen mit signifikanten Unterschieden im Detail beschrieben.

Skala „Unterrichtsbeeinträchtigungen – Schülerverhalten“

Bei den Skalen mit einer einmaligen Erhebung (vgl. Anhang VI, 1.4.1.1) zeigt sich eine Signifikanz. Es handelt sich um die Subskala „Unterrichtsbeeinträchtigungen – Schülerverhalten“ im Bereich Unterrichtsmanagement. Die Kennwerte, welche für die Analyse wichtig sind, können der folgenden Auflistung (vgl. Tab. 46) entnommen werden:

Tab. 46: Mittelwertanalyse Skala „Unterrichtsbeeinträchtigungen – Schülerverhalten“

	IG_I	IG_{II}	KG	F-Wert	df	p	η^2^*
N	24	22	29				
M_{T1}	2.48	3.00	3.03				
SD_{T1}	.67	.69	.76				
Werte				4.75	2;74	.01	.76/.72/.04

*erster Wert: Effektstärke $IG_I - IG_{II}$; zweiter Wert: $IG_I - KG$; dritter Wert: $IG_{II} - KG$

Es besteht ein signifikanter Unterschied ($F_{(2;74)} = 4.75$, $p = .01$) innerhalb der Gruppen. Die IG_I weist den tiefsten Mittelwert $M = 2.48$ ($SD = .67$) aus, die Mittelwerte der beiden anderen Gruppen liegen bei $M = 3.00$ ($SD = .69$) bzw. 3.03 ($SD = .76$). Die Effektstärken bewegen sich zwischen $d = .76$ (IG_I zu IG_{II}) und $d = .72$ (IG_I zu KG). Die Vermutung, dass der Mittelwert der IG_I signifikant tiefer liegt als der Mittelwert der IG_{II} bzw. KG wird mit dem statistischen Verfahren des T-Tests überprüft. Die folgende Datentabelle (vgl. Tab. 47) zeigt die erhaltenen Werte.

Tab. 47: T-Test für Skala „Unterrichtsbeeinträchtigungen – Schülerverhalten“

N_{KG}	N_{IG_I}	M_{T1IG_I}	SD_{T1IG_I}	M_{T1KG}	SD_{T1KG}	T	df	p
29	24	2.48	.67	3.03	.76	-2.81	51	.01
N_{IG_I}	$N_{IG_{II}}$	M_{T1IG_I}	SD_{T1IG_I}	$M_{T1IG_{II}}$	$SD_{T1IG_{II}}$	T	df	p
24	22	2.48	.67	3.00	.69	-2.61	44	.02

Der Mittelwert der IG_I liegt signifikant tiefer als der Mittelwert der IG_{II} ($T = -2.61$, $df = 44$, $p = .02$), aber auch signifikant tiefer als der Mittelwert der KG ($T = -2.81$, $df = 51$, $p = .01$).

Dies bedeutet, dass die Lehrpersonen der Interventionsgruppe IG_I eine Beeinträchtigung des Unterrichtsgeschehens durch desinteressierte und störende Schülerinnen und Schüler signifikant geringer einschätzen bzw. wahrnehmen, als es die Lehrpersonen der beiden anderen Gruppen tun.

Die restlichen Skalen, welche nur einmal abgefragt wurden, unterscheiden sich nicht signifikant (vgl. Tab. 44). Werden die berechneten Effektstärken analysiert, ist festzustellen, dass mehrheitlich eher kleine ($d = .2$) bis mittlere Werte ($d = .5$), vereinzelt auch grosse Effektstärken ($d = .8$) vorhanden sind (vgl. Gollwitzer/Jäger, 2009, S. 54 f.).

Ein leicht anderes Bild zeigt sich zum Messzeitpunkt T1 für alle Skalen, welche zu mehreren Messzeitpunkten abgefragt wurden. Es handelt sich um all jene Skalen, welche im Zusammenhang mit den unterschiedlichen Fortbildungsschwerpunkten stehen und zur Beantwortung der dieser Studie zugrunde liegenden Forschungsfrage dienen sollen. Diese Gesamt-

ergebnisse sind im Anhang VI unter 1.4.1.2 aufgelistet. Die Gruppen zeigen in vier Skalen signifikante Unterschiede.

Skala „Fachwissen“

Im Fachwissenstest ist dies der Fall. Die Gruppen unterscheiden sich in den Mittelwerten im Bereich des Fachwissens signifikant ($F_{(2;74)} = 4.58$, $p = .01$). Die unten stehende Tabelle (vgl. Tab. 48) zeigt die Ergebnisse der Mittelwertanalyse für die Skala „Fachwissen“.

Tab. 48: Mittelwertanalyse Skala „Fachwissen“

	IG _I	IG _{II}	KG	F-Wert	df	p	η^2^*
N	24	22	29				
M_{T1}	9.54	8.59	10.83				
SD_{T1}	2.91	2.95	2.12				
Werte				4.58	2;74	.01	.32/.51/.87

*erster Wert: Effektstärke IG_I – IG_{II}; zweiter Wert: IG_I – KG; dritter Wert: IG_{II} – KG

Die Zusammenstellung (vgl. Tab. 48) zeigt, dass die IG_I einen Mittelwert von $M = 9.54$ ($SD = 2.91$), die IG_{II} mit $M = 8.59$ ($SD = 2.95$) den tiefsten und die KG mit $M = 10.83$ ($SD = 2.12$) den höchsten Mittelwert aufweist. Die Effekte liegen zwischen $d = .32$ und $d = .87$. Eine T-Testanalyse liefert die entsprechenden Daten (vgl. Tab. 49), welche belegen sollen, dass zwischen der IG_{II} und der Kontrollgruppe dieser signifikante Unterschied auszumachen ist.

Tab. 49: T-Test für das Fachwissen

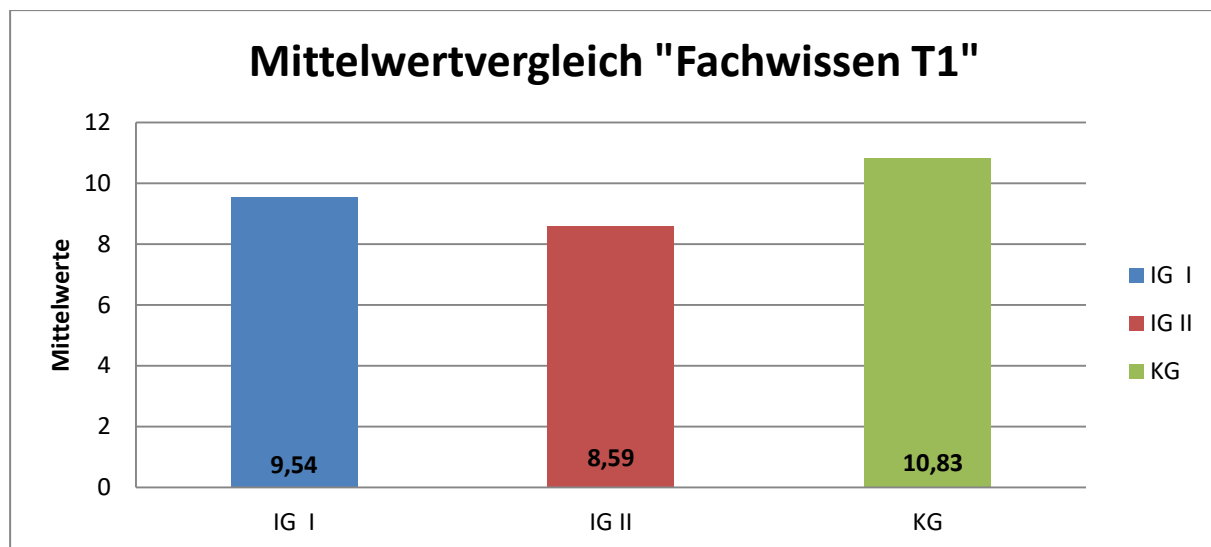
N_{KG}	$N_{IG\ II}$	$M_{T1IG\ II}$	$SD_{T1IG\ II}$	M_{T1KG}	SD_{T1KG}	T	df	p
29	22	8.59	2.95	10.83	2.12	-3.15	49	.00

Anhand der T-Test-Analyse lässt sich feststellen, dass der Mittelwert der KG ($M = 10.83$, $SD = 2.12$) signifikant höher liegt als der Mittelwert der IG_{II} ($T = -3.15$, $df = 49$, $p = .00$). Die Lehrpersonen der IG_{II} haben somit den tiefsten Wert im Bereich des Fachwissens zum Messzeitpunkt T1. Die IG_{II}-Teilnehmenden haben Fachwissen als Fortbildungsschwerpunkt. Es wird interessant sein, zu analysieren, wie sich das Fachwissen in dieser Gruppe verändert.

Die unten stehende Abbildung (vgl. Abb. 34) zeigt die Mittelwerte im Bereich des Fachwissens zum Messzeitpunkt T1. Während die Teilnehmenden der IG_I und IG_{II} zu Beginn der Fortbildungsveranstaltung den Fachwissenstest im Plenarraum ohne Hilfsmittel und nur aufgrund des eigenen Vorwissens gelöst haben, also identische Rahmenbedingungen vorfinden, kann bei der Kontrollgruppe nicht klar gesagt werden, unter welchen Rahmenbedingungen der Test gelöst wurde, da diese Gruppe keine Plenarveranstaltung hatte. Jede Person arbeitete individuell für sich. Dies kann als Störvariable definiert werden und deshalb muss

aus dieser Perspektive heraus der beschriebene signifikante Unterschied von der IG_{II} zur KG mit Vorsicht gelesen werden.

Abb. 34: Mittelwertvergleich Fachwissen T1



Im Bereich des fachdidaktischen Wissens zeigen sich signifikante Unterschiede in den drei Skalen „Entwicklung eigener Deutungen“ ($F_{(2;74)} = 6.93$, $p = .00$), „Diskussion von Schülervorstellungen“ ($F_{(2;74)} = 4.97$, $p = .01$) und in den „persönlichen Einschätzungen bzw. Einstellungen zum naturwissenschaftlichen Unterricht“ ($F_{(2;72)} = 3.94$, $p = .02$). Zweimal weist die IG_I den höchsten Mittelwert aus, einmal ist es die Kontrollgruppe. Es lässt sich kein einheitliches Muster bei den Gruppen feststellen, was heisst, dass nicht generell eine Gruppe höhere Mittelwerte aufweist als die anderen beiden Gruppen.

In der Folge wird auf die drei erwähnten Skalen näher eingegangen.

Skala „Entwicklung eigener Deutungen“

In der Skala „Entwicklung eigener Deutungen“ geht es darum, dass die Lehrpersonen aus ihrer Sicht die Wichtigkeit der Thematik, dass die Schülerinnen und Schüler vor dem Lehrerinput zu Naturphänomenen und naturwissenschaftlichen Problemstellungen eigene Ideen und Deutungen entwickeln sollen, darlegen (vgl. Kleickmann, 2008, S. 72 ff.). Werden für diese Skala die Mittelwerte ($M_{max} = 6.00$) untersucht, ergeben sich die Kennwerte, welche aus der folgenden Tabelle (vgl. Tab. 50) ersichtlich werden.

Es besteht ein signifikanter Unterschied ($F_{(2;74)} = 6.93$, $p = .00$) innerhalb der Gruppen. Die IG_I weist den höchsten Mittelwert $M = 4.84$ ($SD = .52$) auf, die Mittelwerte der anderen beiden Gruppen liegen bei $M = 4.67$ ($SD = .62$) bzw. $M = 4.29$ ($SD = .53$). Die Effektstärken bewegen sich zwischen $d = .30$ (IG_I zu IG_{II}) und $d = 1.00$ (IG_I zu KG).

Tab. 50: Mittelwertanalyse Skala „Entwicklung eigener Deutungen“

	IG _I	IG _{II}	KG	F-Wert	df	p	η^2
N	24	22	29				
M_{T1}	4.84	4.67	4.29				
SD_{T1}	.52	.62	.53				
Werte				6.93	2;74	.00	.30/1.00/.66

*erster Wert: Effektstärke IG_I – IG_{II}; zweiter Wert: IG_I – KG; dritter Wert: IG_{II} – KG

Mittels des T-Tests wird analysiert, wo sich innerhalb der Gruppen signifikante Unterschiede zeigen. Die folgende Datentabelle zeigt die erhaltenen Werte (vgl. Tab. 51).

Tab. 51: T-Test für Skala „Entwicklung eigener Deutungen“

N_{KG}	$N_{IG\ I}$	$M_{T1IG\ I}$	$SD_{T1IG\ I}$	M_{T1KG}	SD_{T1KG}	T	df	p
29	24	4.84	.52	4.29	.53	3.80	51	.00
N_{KG}	$N_{IG\ II}$	$M_{T1IG\ II}$	$SD_{T1IG\ II}$	M_{T1KG}	SD_{T1KG}	T	df	p
29	22	4.67	.62	4.29	.53	2.38	49	.02

Der Mittelwert der KG ($M = 4.29$, $SD = .53$) liegt signifikant tiefer als der Mittelwert der IG_{II} ($T = 2.38$, $df = 49$, $p = .02$) und noch signifikant tiefer als der Mittelwert der IG_I ($T = 3.80$, $df = 51$, $p = .00$). Die Lehrpersonen der Kontrollgruppe stufen den Sachverhalt, dass die Schülerinnen und Schüler zuerst eigene Ideen und Deutungen entwickeln sollen, weniger wichtig ein als die Lehrpersonen der beiden Interventionsgruppen.

Skala „Diskussion von Schülervorstellungen“

Inhaltlich geht es in dieser Skala darum, dass die Schülerinnen und Schüler ihre Vorstellungen zu den thematisierten Naturphänomenen oder Problemstellungen diskutieren, überprüfen und gegebenenfalls modifizieren (vgl. Kleickmann, 2008, S. 72 ff.). Die Lehrpersonen mussten im Fragebogen angeben, wie wichtig ihnen dieser Ansatz erscheint. Die Berechnungen und Analysen der Mittelwerte ($M_{max} = 6.00$) über alle Gruppen zeigen folgende Werte (vgl. Tab. 52).

Tab. 52: Mittelwertanalyse Skala „Diskussion von Schülervorstellungen“

	IG _I	IG _{II}	KG	F-Wert	df	p	η^{2*}
N	24	22	29				
M_{T1}	5.08	4.81	4.56				
SD_{T1}	.52	.66	.62				
Werte				4.97	2;74	.01	.45/.91/.39

*erster Wert: Effektstärke IG_I – IG_{II}; zweiter Wert: IG_I – KG; dritter Wert: IG_{II} – KG

Die Mittelwerte unterscheiden sich über die Gesamtgruppe hinweg betrachtet signifikant ($F_{(2;74)} = 4.97$, $p = .01$). Der Mittelwert der IG_I weist den höchsten Wert auf ($M = 5.08$, $SD = .52$), während die IG_{II} ($M = 4.81$, $SD = .66$) und die KG ($M = 4.56$, $SD = .62$) in ihren Mittelwerten tiefer liegen. Aufgrund der reinen Mittelwerte kann angenommen werden, dass sich die IG_I und KG signifikant unterscheiden. Der T-Test zeigt, dass sich diese Annahme als richtig erweist, was anhand der nachfolgenden Tabelle nachvollzogen werden kann (vgl. Tab. 53).

Tab. 53: T-Test für Skala „Diskussion von Schülervorstellungen“

N _{KG}	N _{IG I}	M _{T1IG I}	SD _{T1IG I}	M _{T1KG}	SD _{T1KG}	T	df	p
29	24	5.08	.52	4.56	.62	3.29	51	.00

Die beiden Mittelwerte der IG_I ($M = 5.08$, $SD = .52$) und der KG ($M = 5.46$, $SD = .62$) unterscheiden sich signifikant ($T = 3.29$, $df = 51$, $p = .00$). Daraus lässt sich schliessen, dass es die Lehrpersonen der IG_I im Gegensatz zu den Lehrpersonen der KG als signifikant wichtiger betrachten, dass die Schülerinnen und Schüler sich über ihre Vorstellungen zu einem Naturphänomen austauschen und eine Diskussion führen.

Diese Skala ist in den Bereich des fachdidaktischen Wissens einzuordnen. Die Lehrpersonen der IG_I nahmen an der Fortbildung mit dem Fokus auf das fachdidaktische Wissen teil. Daher wird es spannend sein, zu schauen, wie sich die Werte in dieser Skala zum Messzeitpunkt T2 bzw. T3 bei der IG_I präsentieren.

Skala „persönliche Einschätzung zum naturwissenschaftlichen Unterricht“

Innerhalb der Skala „persönliche Einschätzung zum naturwissenschaftlichen Unterricht“ geht es um die Zustimmung der Lehrpersonen zu Aussagen, wie beispielsweise: „Ich bin gut in Naturwissenschaften“ oder „Naturwissenschaften sind zu schwierig für mich“. Den Lehrpersonen standen fünf Möglichkeiten der Zustimmungintensität zur Verfügung (stimmt gar nicht – stimmt kaum – stimmt teilweise – stimmt ziemlich – stimmt völlig). Die Berechnungen und Analysen der Mittelwerte ($M_{max} = 5.00$) über alle Gruppen zeigen folgende Werte (vgl. Tab. 54).

Tab. 54: Mittelwertanalyse Skala „persönliche Einschätzung zum Nawi-Unterricht“

	IG _I	IG _{II}	KG	F-Wert	df	p	η^2 *
N	24	22	29				
M _{T1}	3.89	3.63	4.10				
SD _{T1}	.53	.69	.51				
Werte				3.94	2;72	.02	.42/.40/.77

*erster Wert: Effektstärke IG_I – IG_{II}; zweiter Wert: IG_I – KG; dritter Wert: IG_{II} – KG

Es besteht ein signifikanter Unterschied ($F_{(2;72)} = 3.94$, $p = .02$) innerhalb der Gruppen. Die KG weist den höchsten Mittelwert $M = 4.10$ ($SD = .51$) auf, die Mittelwerte der anderen beiden Gruppen liegen bei $M = 3.89$ ($SD = .53$) für die IG_I bzw. $M = 3.63$ ($SD = .69$) für die IG_{II}. Die Effektstärken bewegen sich zwischen $d = .42$ (IG_I zu IG_{II}) und $d = .77$ (IG_{II} zu KG). Der T-Test überprüft, zwischen welchen Gruppen sich signifikante Unterschiede zeigen. Die folgende Datentabelle stellt die erhaltenen Werte dar (vgl. Tab. 55).

Tab. 55: T-Test für Skala „persönliche Einschätzung zum Nawi-Unterricht“

N_{KG}	$N_{IG\ II}$	$M_{T1IG\ II}$	$SD_{T1IG\ II}$	M_{T1KG}	SD_{T1KG}	T	df	p
29	22	3.63	.69	4.10	.51	-2.70	47	.02

Die beiden Mittelwerte der IG_{II} ($M = 3.63$, $SD = .69$) und der KG ($M = 4.10$, $SD = .51$) unterscheiden sich signifikant ($T = -2.70$, $df = 47$, $p = .02$). Daraus lässt sich ableiten, dass die Lehrpersonen der KG ihre persönlichen Einstellungen zum naturwissenschaftlichen Unterricht signifikant positiver einschätzen und den Aussagen signifikant mehr zustimmen als die Lehrpersonen der IG_{II}.

Die weiteren Daten und Werte zu allen Gruppenmittelwertvergleichen, welche zum Messzeitpunkt T1 durchgeführt worden sind, finden sich im Anhang VI unter 1.4.1.

Nachdem die Mittelwerte der einzelnen Gruppen zum Messzeitpunkt T1 analysiert worden sind, geht es in einem nächsten Schritt darum, zu überprüfen, ob sich Unterschiede in der Länderzugehörigkeit zeigen. Das folgende Unterkapitel nimmt sich dieser Thematik an und illustriert die Ergebnisse mittels Analysen.

4.4.3 Ländervergleiche

Wenn in den nachfolgenden Analysen die Länder miteinander verglichen werden, müssen zwei Präzisierungen angefügt werden: Einerseits macht aufgrund der Stichprobengröße nur ein Vergleich zwischen den Lehrpersonen aus Deutschland und der Schweiz Sinn. Österreich wird aus der Analyse und den Vergleichen ausgeschlossen, da sich die Stichprobe als zu klein erwiesen hat. Andererseits wird nicht die Länderstichprobe als gesamte Stichprobe analysiert, sondern die Länderstichprobe wird in die drei Gruppen (IG_I, IG_{II} und KG) aufgesplittet.

Analog den in den Unterkapiteln 4.4.1 und 4.4.2 beschriebenen Verfahren und Abläufen wurden auch die Mittelwerte für den Ländervergleich analysiert. Folgende Ergebnisse lassen sich aus den Analysen ableiten. Bei den Skalen, welche nur einmal erhoben wurden (vgl. Anhang VI unter 1.4.2.1 bis 1.4.2.3), zeigen sich in zwei Fällen bzw. Skalen signifikante Unterschiede im Antwortverhalten der deutschen bzw. schweizerischen Lehrpersonen. Diese Signifikanzen sind in der Kontrollgruppe auszumachen. Es handelt sich um folgende Skalen.

Skala „Einstellungen zu Äusserungen Schule und Erziehung“

„Die gute Lehrperson bemüht sich auch um eine Einflussnahme auf das, was ihre Schülerinnen und Schüler ausserhalb der Schule tun“. Diese Formulierung steht als Beispielitem innerhalb der Skala „Einstellungen zu Äusserungen Schule und Erziehung“. Die Lehrpersonen hatten in einer vierstufigen Skala ihre Zustimmung (stimme zu – stimme eher zu – stimme eher nicht zu – stimme nicht zu) zu deklarieren. Die Mittelwertanalyse ($M_{\max} = 4.00$) zwischen den beiden Ländern zeigt in der KG folgende Werte (vgl. Tab. 56).

Tab. 56: Mittelwertanalyse Skala „Einstellungen zu Äusserungen Schule und Erziehung“ (Ländervergleich KG)

	DE _{KG}	CH _{KG}	F-Wert	df	p
N	11	15			
M_{T1}	2.50	2.16			
SD_{T1}	.36	.39			
Werte			5.28	1;25	.03

Es zeigt sich, dass sich der Mittelwert der DE_{KG} ($M = 2.50$, $SD = .36$) signifikant zum Mittelwert der CH_{KG} ($M = 2.16$, $SD = .39$) unterscheidet ($F_{(1;25)} = 5.28$, $p = .03$). Während die Lehrpersonen der DE_{KG} eher den Aussagen zustimmen, lehnen die Lehrpersonen der CH_{KG} diese eher ab. Dieser signifikante Unterschied im Zustimmungs- bzw. Ablehnungsverhalten kann kulturell bedingt sein, sich aber auch an den gegebenen Rahmenbedingungen im System Schule orientieren. In der Schweiz sind mehrheitlich noch wenige Tagesstrukturen an den Schulen vorhanden, während diese in Deutschland doch weitverbreitet sind. Somit ist eine Trennung zwischen Schule (Unterricht) und Elternhaus (Erziehung) weniger klar gegeben.

Skala „Unterrichten in Nawi – erweiterte Lehrverfahren“

Diese Skala fragt nach dem Einsatz von Methoden, Arbeits-, Unterrichts- und Sozialformen im naturwissenschaftlichen Unterricht. Dabei wurde unterschieden zwischen sogenannten Basisverfahren (Beispielitem: Im naturwissenschaftlichen Unterricht demonstriere ich den Schülerinnen und Schülern, wie naturwissenschaftliche Experimente und Anwendungen ausgeführt werden), erweiterten Lehrverfahren (Beispielitem: Im naturwissenschaftlichen Unterricht lasse ich die Schülerinnen und Schüler selbstständig Lösungswege zu anspruchsvollen Problemen/Aufgaben suchen) und weiteren Formen (Beispielitem: Im naturwissenschaftlichen Unterricht diskutieren die Lernenden und die Lehrperson gemeinsam). Die Lehrpersonen mussten die Einsatzintensität der einzelnen Verfahren angeben. Dazu standen vier Möglichkeiten zur Verfügung: in fast jeder Lektion – in etwa jeder zweiten Lektion – etwa einmal pro Woche – fast nie. Die Auswertung der Daten für diese Items ergab, dass

sich die beiden Länder im Bereich der erweiterten Lehrverfahren in der KG unterscheiden, wie die folgende Zusammenstellung (vgl. Tab. 57) zeigt ($M_{max} = 4.00$).

Tab. 57: Mittelwertanalyse Skala „Unterrichten in Nawi – erweiterte Lehrverfahren“ (Ländervergleich KG)

	DE _{KG}	CH _{KG}	F-Wert	df	p
N	11	15			
M_{T1}	2.86	2.27			
SD_{T1}	.73	.59			
Werte			5.37	1;25	.03

Die beiden Mittelwerte der DE_{KG} ($M = 2.86$, $SD = .73$) und der CH_{KG} ($M = 2.27$, $SD = .59$) unterscheiden sich signifikant ($F_{(1;25)} = 5.37$, $p = .02$). Daraus lässt sich ablesen, dass die Lehrpersonen der DE_{KG} die abgefragten Methoden und Formen, welche vorwiegend schülerzentriert sind, im Gegensatz zu den Lehrpersonen aus der CH_{KG} vermehrt einsetzen. Diesem signifikanten Unterschied darf nicht eine allzu grosse Beachtung geschenkt werden. Das Fach Naturwissenschaften existiert in den Lehrplänen der Primarstufe gar nicht. Die naturwissenschaftlichen Themen sind eingebettet in das Fach „Mensch und Umwelt“ und haben somit einen geringen Stellenwert, was sich letztendlich auch auf die Einsatzhäufigkeit der in der abgefragten Skala angesprochen Lernformen und Methoden auswirkt.

Zwei weitere Skalen zeigen im Ländervergleich zum Messzeitpunkt T1 signifikante Unterschiede im Antwortverhalten (vgl. Anhang VI unter 1.4.2.4 bis 1.4.2.6). Es betrifft die Skalen „Fachwissen“ und „Praktizismus“, welche nachfolgend erläutert werden.

Skala „Fachwissen“

Beim Fachwissen ($F_{(1;17)} = 5.92$, $p = .03$) in der IG_{II} stehen die folgenden Werte für die Analyse zur Verfügung (vgl. Tab. 58).

Tab. 58: Mittelwertanalyse Skala „Fachwissen“ (Ländervergleich IG_{II})

	DE _{IG II}	CH _{IG II}	F-Wert	df	p
N	8	10			
M_{T1}	7.63	10.3			
SD_{T1}	2.88	1.72			
Werte			5.92	1;17	.03

Die Werte in Tab. 58 zeigen, dass der Mittelwert der Lehrpersonen der DE_{IG II} ($M = 7.63$, $SD = 2.88$) tiefer liegt als der Mittelwert der Lehrpersonen der CH_{IG II} ($M = 10.3$, $SD = 1.72$). Der Unterschied ist signifikant ($F_{(1;17)} = 5.92$, $p = .03$). Das bedeutet, dass die Lehrpersonen der CH_{IG II} mit einem signifikant höheren durchschnittlichen Fachwissen zum Messzeitpunkt T1

ausgerüstet sind und in die Fortbildung starten. Eine Erklärung für diesen signifikant höheren Mittelwert bei den Lehrpersonen aus der Schweiz liegt nicht unmittelbar auf der Hand. Wie sich das Fachwissen in den beiden Ländergruppen weiterentwickelt, wird im Unterkapitel 4.5.1 analysiert und beschrieben.

Skala „Praktizismus“

Bei der letzten Skala, welche zum Messzeitpunkt T1 einen signifikanten Unterschied im Ländervergleich aufweist, geht es um das Thema „Praktizismus“ aus der Studie von Kleickmann (vgl. Kleickmann, 2008). Praktizismus wird von Kleickmann (2008) wie folgt beschrieben:

„Gemäss der Vorstellung, dass Lehrpersonen die Wissensvermittler und die Schülerinnen bzw. Schüler die passiven Rezipienten naturwissenschaftlichen Wissens sind, werden äussere Aktivitäten der Schülerinnen und Schüler mit Lernen gleichgesetzt. Handlungserfahrungen in Form von Experimenten und Versuchen zur Veranschaulichung von naturwissenschaftlichen Prozessen oder Konzepten werden als ausreichende Bedingung für den Erwerb naturwissenschaftlichen Wissens erachtet. Diese Vorstellung wird auch als naiver Konstruktivismus bezeichnet“ (Kleickmann, 2008, S. 72 ff.).

Rund um diese Beschreibung standen sechs Items für die Erfassung der Lehrpersoneneinstellung zu diesem Thema zur Verfügung. Als exemplarisches Beispiel steht das folgende Item in seinem Wortlaut: „Wenn Kinder im naturwissenschaftlichen Unterricht Versuche durchführen, Dinge herstellen und viel ausprobieren können, ist eigentlich schon sichergestellt, dass sie die naturwissenschaftlichen Inhalte der Grundschule/Primarschule lernen“ (Kleickmann, 2008, S. 72 ff.). Auf einer sechsstufigen Ratingskala konnten die Lehrpersonen ihrer Zustimmung (stimme völlig zu – stimme zu – stimme eher zu) oder Ablehnung (stimme eher nicht zu – stimme nicht zu – stimme überhaupt nicht zu) zur Aussage Ausdruck verleihen. Im Ländervergleich der KG lässt sich für die Skala „Praktizismus“ ($F_{(1;26)} = 2.33$, $p = .05$) ein knapper signifikanter Unterschied ausmachen.

Die Auswertung der Fragebogendaten ergab die folgenden Werte, welche in der nachfolgenden Tabelle (vgl. Tab. 59) aufgeführt sind.

Tab. 59: Mittelwertanalyse Skala „Praktizismus“ (Ländervergleich, KG)

	DE _{KG}	CH _{KG}	F-Wert	df	p
N	12	15			
M _{T1}	3.66	3.12			
SD _{T1}	.57	.73			
Werte			2.33	1;26	.05

Die Lehrpersonen der DE_{KG} weisen einen knapp signifikant höheren Mittelwert für diese Skala auf ($M = 3.66$, $SD = .57$) als die Lehrpersonen der CH_{KG} ($M = 3.12$, $SD = .73$). Der Mittelwertunterschied von .54 ist knapp signifikant ($F_{(1;26)} = 2.33$, $p = .05$) und besagt, dass die Lehrpersonen aus Deutschland den Aussagen tendenziell eher zustimmen als die Lehrpersonen aus der Schweiz. Das bedeutet, dass die Lehrpersonen aus der Schweiz eher der Meinung sind, dass man nebst dem praktischen Tun, nebst dem eigenständigen Durchfüh-

ren der Experimente durch die Schülerinnen und Schüler auch geführte und Fachwissen vermittelnde Unterrichtssequenzen braucht.

Nachdem alle signifikanten Unterschiede im Gruppen- wie auch im Ländervergleich analysiert worden sind, geht es im folgenden Unterkapitel darum, ein kurzes Fazit zu ziehen.

4.4.4 Fazit

Die in der Einleitung dieses Unterkapitels geäußerte Annahme, dass sich die drei Gruppen zu Projektbeginn in den abgefragten Items bzw. Skalen nicht signifikant unterscheiden, kann wie folgt beantwortet werden. Die Annahme wird mit wenigen Ausnahmen durch die Datenlage und die Zusammenstellung (vgl. Tab. 44) gestützt. Werden die Gruppen und Subgruppen zum Messzeitpunkt T1 betrachtet, kann festgestellt werden, dass die Startbedingungen in etwa bei allen dieselben sind. Keine der Teilstichproben hebt sich in einem Bereich des Professionswissens wesentlich von den anderen ab. Das bedeutet, dass zu Projektbeginn homogene Gruppen mit ähnlichem Vorwissensstand anzutreffen waren. Eine differenzierte Charakterisierung der einzelnen Gruppen bzw. Subgruppen kann aufgrund der Datenlage nicht vorgenommen werden.

Im Bereich der Gruppenvergleiche zeigen sich vier Skalen, in welchen signifikante Unterschiede auszumachen sind. Diese Signifikanzen verteilen sich auf alle drei Bereiche des Professionswissens. Einerseits ist das Fachwissen betroffen, andererseits betrifft es eine Skala im pädagogischen Wissen (Unterrichtsmanagement) und zwei Skalen (persönliche Einstellungen zu Naturwissenschaften und Diskussion von Schülervorstellungen im naturwissenschaftlichen Unterricht) aus dem Bereich des fachdidaktischen Wissens.

Die Ländervergleiche beinhalten die Einschränkung, dass es sich um kleine Teilstichproben handelt, und zeigen ein identisches Bild wie bei den Gruppenvergleichen. Insgesamt sind auch vier Skalen vorhanden, welche signifikante Unterschiede im Antwortverhalten der Lehrpersonen aus Deutschland und der Schweiz aufweisen. Diese vier Signifikanzen verteilen sich auf die Ländervergleiche der drei Gruppen wie folgt: Im Ländervergleich der IG_I gibt es keine signifikanten Unterschiede. Die Ländervergleiche in der IG_{II} weisen in einem Fall (Fachwissen) und in der KG in drei Fällen Signifikanzen auf. Bei der KG verteilen sie sich auf die Bereiche des fachdidaktischen Wissens (Unterrichten im naturwissenschaftlichen Unterricht und Praktizismus) und des pädagogischen Wissens (Einstellung zu Beruf, Unterricht, Schule und Erziehung).

Nachdem im vorangegangenen Unterkapitel die Ausgangslage bei den drei Gruppen analysiert worden ist, geht es in den folgenden Unterkapiteln darum, zu analysieren, wie sich die Gruppen bzw. Länder in ihrem Antwortverhalten über mehrere Messzeitpunkte entwickeln.

4.5 Veränderungen des Professionswissen von Messzeitpunkt T1 zu T2

In diesem Unterkapitel stehen die beiden Messzeitpunkte T1 (vor der Fortbildung für IG_I und IG_{II}, Projektbeginn bei der Kontrollgruppe) und T2 (direkt nach der Fortbildung) sowie die beiden Interventionsgruppen im Fokus. Die Kontrollgruppe hat keinen Messzeitpunkt T2, da die Lehrpersonen keine Fortbildung absolviert haben.

Im Zentrum steht primär die Frage, ob sich das Professionswissen aufgrund der Fortbildung verändert hat. Für die Beantwortung dieser Frage wird zunächst das Fachwissen analysiert, anschliessend folgt der Bereich des fachdidaktischen Wissens. Zum Messzeitpunkt T2 wurden keine Items abgefragt, welche dem pädagogischen Wissen zugeordnet werden können.

Für die Prüfung der Hypothese, dass Fortbildung das Professionswissen der Lehrpersonen verändere, wurden die Mittelwerte beider Interventionsgruppen aus den Messzeitpunkten T1 und T2 mittels einer zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung miteinander verglichen. Als Signifikanzniveau wurde eine Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = .05$ angenommen. Mit in die Analyse einbezogen wurden auch die Effektstärken η^2 . Dazu diente die Definition von Harazd et al. (2009), welche folgende Aussage machen: kleine Effekte $\eta^2 = .01$; mittlere Effekte $\eta^2 = .06$ und grosse Effekte $\eta^2 = .14$ (vgl. Harazd/Gieske/Rolff, 2009, S. 27).

Sekundär stellt sich auch die Frage, ob Unterschiede bei den Ländern festzustellen sind. Um auf diese Frage Antworten zu bekommen, wurden die Länderstichproben (DE und CH) nicht als Gesamtgruppen analysiert, sondern nach Gruppenzugehörigkeit (IG_I oder IG_{II}) untersucht.

Nebst der Verwendung der zweifaktoriellen Varianzanalyse wurde auch der T-Test für verbundene Stichproben eingesetzt, um die Signifikanzen zu überprüfen.

In der Folge werden die statistischen Werte all jener Skalen genauer beschrieben und analysiert, bei denen sich signifikante Unterschiede zeigen. Eine vollständige Tabelle mit den Auswertungen aller Skalen zu den Messzeitpunkten T1 und T2 findet sich im Anhang VI unter 1.4.3.1.

4.5.1 Veränderbarkeit des Fachwissens

4.5.1.1 Gruppenvergleiche

In einem ersten Schritt geht es darum, das Fachwissen zu analysieren. Das Fachwissen hatte in der Fortbildung der IG_{II} einen hohen Stellenwert. In der Fortbildung der IG_I war das Fachwissen nur am Rande von Bedeutung. Dort lag der Fokus auf dem fachdidaktischen Wissen.

Die folgende Tabelle (vgl. Tab. 60) zeigt jene relevanten Daten, welche Auskunft über die Veränderungen im Bereich des Fachwissens von T1 zu T2 geben können. Im Detail sind

dies die Mittelwerte M und die Standardabweichungen SD für jede der beiden Gruppen (IG_I und IG_{II}) zu den einzelnen Messzeitpunkten (T1 und T2) sowie die F -Werte, die Freiheitsgrade df , die Signifikanzwerte p sowie die Effektstärken Eta square (η^2). Alle signifikanten Werte sind farbig markiert und werden im Anschluss an die Tabelle erläutert.

Tab. 60: Mittelwertanalyse Skala „Fachwissen“ IG_I und IG_{II}

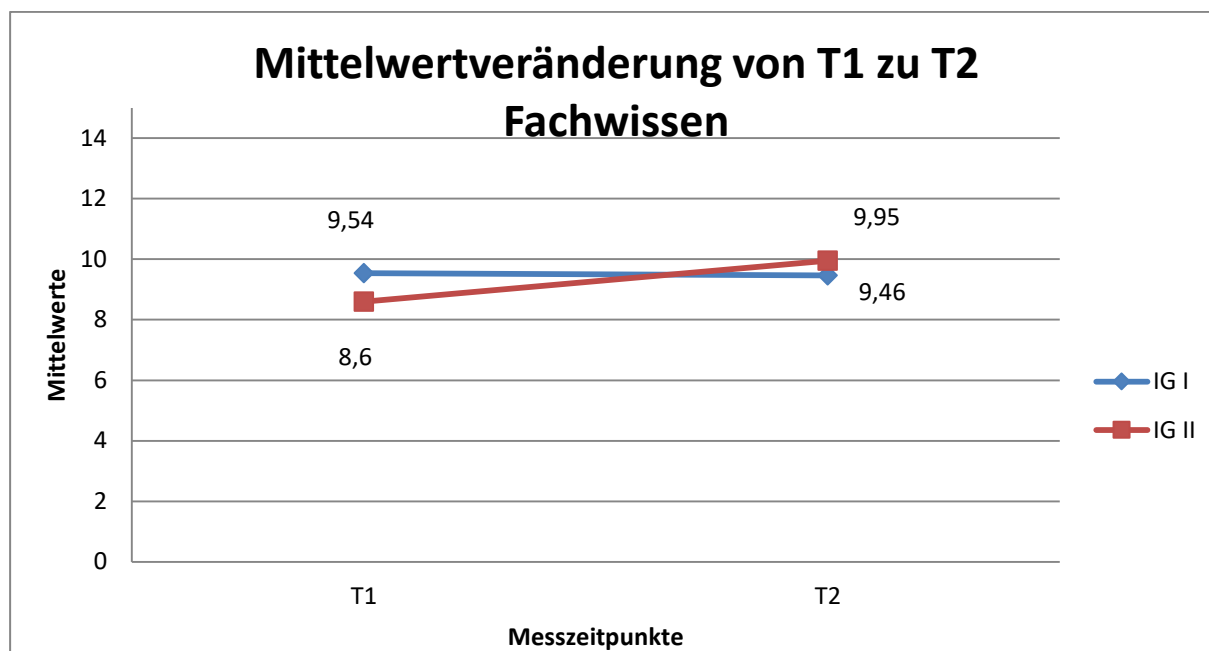
	N	M_{T1}	SD_{T1}	M_{T2}	SD_{T2}	F	df	p	η^2
IG_I	24	9.54	2.92	9.46	2.73				
IG_{II}	22	8.60	2.95	9.95	2.44				
Faktor						5.874	1;44	.02	.12
Gruppe						.086	1;44	.77	.00
Faktor*Gruppe						7.503	1;44	.01	.15

Die Interventionsgruppe I (mit Fachdidaktik) weist zum Messzeitpunkt T1 einen Mittelwert von $M_{T1} = 9.54$ ($SD_{T1} = 2.92$) beim Messzeitpunkt T2 $M_{T2} = 9.46$ ($SD_{T2} = 2.73$) auf, die Mittelwerte der Interventionsgruppe II (mit Fachwissen) betragen $M_{T1} = 8.60$ ($SD_{T1} = 2.95$) und $M_{T2} = 9.95$ ($SD_{T2} = 2.44$). Das Fachwissen verändert sich, wenn die Gesamtgruppe (IG_I und $IG_{II} = N = 46$) betrachtet wird, signifikant $F_{(1;44)} = 5.874$, $p = .02$, $\eta^2 = .12$.

In Bezug auf den Zuwachs an Fachwissen der beiden Interventionsgruppen zwischen den Messzeitpunkten T1 und T2 finden sich signifikante Unterschiede. Der Zuwachs ist in der IG_{II} stärker als in der IG_I ($F_{(1;44)} = 7.503$, $p = .01$, $\eta^2 = .15$). 15 % der Varianz werden durch die Wechselwirkung Faktor*Gruppe erklärt. Dies bedeutet, dass die Intervention (Fortbildung) bei den Lehrpersonen der IG_{II} zu einem Zuwachs an Fachwissen geführt hat. Bei den Lehrpersonen der IG_I ist dies nicht der Fall. In dieser Gruppe kann eine leichte Abnahme des Mittelwertes festgestellt werden.

Die folgende Abbildung (vgl. Abb. 35) zeigt die Veränderung der Mittelwerte beider Gruppen im Bereich des Fachwissens von Messzeitpunkt T1 zu Messzeitpunkt T2.

Die beiden Interventionsgruppen entwickeln ihr Fachwissen unterschiedlich zwischen den beiden Messzeitpunkten, was sich auf die besuchte Fortbildung zurückführen lässt. Dies zeigt sich im unterschiedlichen Zuwachs bzw. in der unterschiedlichen Veränderung an Fachwissen. Bei der IG_{II} mit dem Fortbildungsschwerpunkt Fachwissen stellt sich ein Zuwachs von durchschnittlich +1.35 Punkten ein ($M_{T1IG II} = 8.60$, $SD_{T1IG II} = 2.95$; $M_{T2IG II} = 9.95$, $SD_{T2IG II} = 2.44$), bei der IG_I (Fortbildungsschwerpunkt Fachdidaktik) ist eine kleine Abnahme von -.08 Punkten zu verzeichnen ($M_{T1IG I} = 9.54$, $SD_{T1IG I} = 2.92$; $M_{T2IG I} = 9.46$, $SD_{T2IG I} = 2.73$).

Abb. 35: Mittelwertveränderung Skala „Fachwissen“ von T1 zu T2

Eine Überprüfung, wie sich die beiden Gruppen im Längsschnitt verändern, ergab mittels eines T-Test für verbundene Stichproben folgende Werte (vgl. Tab. 61).

Tab. 61: T-Test für die Skala „Fachwissen“

	<i>N</i>	<i>M_{T1}</i>	<i>SD_{T1}</i>	<i>M_{T2}</i>	<i>SD_{T2}</i>	<i>T</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
IG _I	24	9.54	2.92	9.46	2.73	.24	23	.81
IG _{II}	22	8.60	2.95	9.95	2.44	-3.38	21	.00

Die Analyse zeigt, dass sich die Mittelwerte des Fachwissens im Gegensatz zu IG_I bei der IG_{II} zwischen den Messzeitpunkten signifikant verändern ($T = -3.38$, $df = 21$, $p = .00$).

Da der Messzeitpunkt T2 direkt an die Fortbildung anschliesst, kann davon ausgegangen werden, dass die Fortbildung den signifikanten Zuwachs von 1.35 Punkten bei der IG_{II} ausmacht.

4.5.1.2 Ländervergleiche

Beim Ländervergleich gilt es wiederum zu beachten, dass nur ein Vergleich zwischen den Ländern Deutschland und der Schweiz Sinn macht, da Österreich mit $N = 8$ eine zu kleine, nicht aussagekräftige Stichprobe aufweist. Des Weiteren muss darauf hingewiesen werden, dass es nicht ein Ländervergleich der Gesamtgruppe ist. Ein Gesamtländervergleich macht wenig Sinn, da sich eine Ländergruppe mit Lehrpersonen aus zwei bzw. drei verschiedenen Kohorten (IG_I und IG_{II} bzw. KG) zusammensetzt. Jede dieser zwei bzw. drei Kohorten hat unterschiedliche Rahmenbedingungen (Fortbildungsschwerpunkte), welche einen direkten Vergleich nicht zulassen. Aus dieser Überlegung heraus werden die Ländergruppen noch in die Interventionsgruppen aufgesplittet (DE_{IG I}, DE_{IG II}, CH_{IG I}, CH_{IG II}).

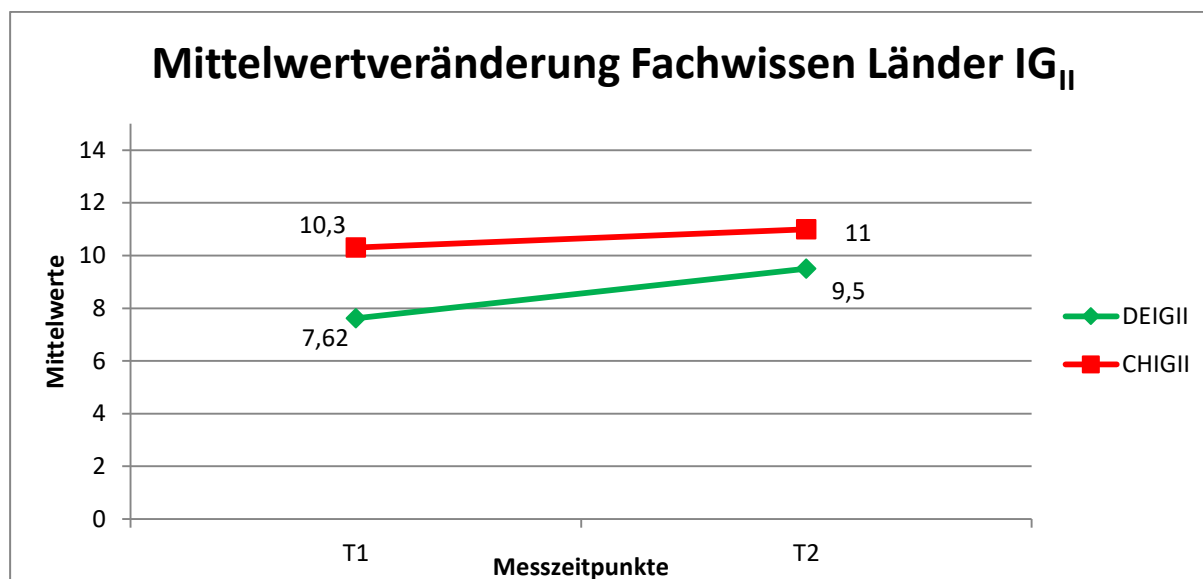
Die folgende Tabelle (vgl. Tab. 62) zeigt die relevanten Werte für die beiden Länder DE und CH im Bereich des Fachwissens aufgeteilt auf die beiden Interventionsgruppen. Die Tabelle gibt Auskunft über die Stichprobengrösse N , die Mittelwerte M und Standardabweichungen SD zu den Messzeitpunkten T1 und T2 sowie die F -Werte, die Freiheitsgrade df , die Signifikanzwerte p und das Effektstärkemaß η^2 . P -Werte, welche auf signifikante Unterschiede ($p < .05$) hinweisen, sind in den Tabellen gelb markiert.

Tab. 62: Mittelwertanalyse Skala „Fachwissen“ (Ländervergleich IG_I und IG_{II})

	N	M_{T1}	SD_{T1}	M_{T2}	SD_{T2}	F	df	p
DE _{IG I}	10	9.20	3.40	9.60	2.54			
CH _{IG I}	10	9.30	2.75	8.80	3.15			
Faktor						.02	1;18	.90
Land						.08	1;18	.79
Faktor*Land						1.28	1;18	.22
DE _{IG II}	8	7.62	2.88	9.50	2.56			
CH _{IG II}	10	10.30	1.77	11.00	1.94			
Faktor						7.73	1;16	.01
Land						4.57	1;16	.22
Faktor*Land						1.61	1;16	.05

Die Analyse zeigt, dass Signifikanzen im Ländervergleich der IG_{II} festzustellen sind. Die Lehrpersonen DE_{IG II} weisen zum Messzeitpunkt T1 einen Mittelwert von $M_{T1} = 7.62$ ($SD_{T1} = 2.88$) beim Messzeitpunkt T2 $M_{T2} = 9.50$ ($SD_{T2} = 2.56$) auf, die Mittelwerte der Lehrpersonen CH_{IG II} betragen $M_{T1} = 10.30$ ($SD_{T1} = 1.77$) und $M_{T2} = 11.00$ ($SD_{T2} = 1.94$). Das Fachwissen erhöht sich, wenn beide Länder (DE_{IG II} und CH_{IG II} = $N = 18$) betrachtet werden, signifikant $F_{(1;16)} = 7.73$, $p = .01$, $\eta^2 = .33$.

In Bezug auf den Fachwissenszuwachs der beiden Ländergruppen zwischen den Messzeitpunkten T1 und T2 lassen sich knappe signifikante Unterschiede feststellen. Der durchschnittliche Zuwachs an Fachwissen (+1.88 Punkte) ist bei den Lehrpersonen aus Deutschland höher als bei den Lehrpersonen aus der Schweiz, wo ein durchschnittlicher Zuwachs von +.7 Punkten auszumachen ist: $F_{(1;16)} = 1.16$, $p = .05$). Daraus lässt sich schliessen, dass die Fortbildung der IG_{II} bei den Lehrpersonen aus Deutschland zu einem grösseren Zuwachs an Fachwissen geführt hat als bei den Lehrpersonen aus der Schweiz. Die folgende Grafik (vgl. Abb. 36) zeigt den oben beschriebenen Sachverhalt.

Abb. 36: Mittelwertveränderung Skala „Fachwissen“ von T1 zu T2 Ländervergleich IG_{II}

Eine Überprüfung dieser Längsschnittveränderung mittels des T-Tests für verbundene Stichproben ergab folgende Werte (vgl. Tab. 63).

Tab. 63: T-Test für die Skala „Fachwissen“ – Ländervergleich

	<i>N</i>	<i>M</i> _{T1}	<i>SD</i> _{T1}	<i>M</i> _{T2}	<i>SD</i> _{T2}	<i>T</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
DE _{IG II}	8	7.63	2.88	9.50	2.56	2.25	7	.05
CH _{IG II}	10	10.30	1.77	11.00	1.94	-1.41	9	.19

Die Analyse zeigt, dass sich die Mittelwerte des Fachwissens bei den Lehrpersonen der IG_{II} aus Deutschland im Gegensatz zu den Lehrpersonen der IG_{II} aus der Schweiz zwischen den Messzeitpunkten signifikant verändern ($T = 2.25$, $df = 7$, $p = .05$). Die signifikante Veränderung zeigt sich in einer höheren durchschnittlichen Punktzahl, was mit einem Wissenszuwachs gleichzusetzen ist.

Im Unterkapitel 4.5.1 ging es um fachwissenschaftliche Analysen und um die Frage, ob sich das Fachwissen zwischen den Messzeitpunkten T1 und T2 verändert hat. Das nächste Unterkapitel befasst sich mit Veränderungen zwischen den Messzeitpunkten T1 und T2 im Bereich des fachdidaktischen Wissens.

4.5.2 Veränderbarkeit des fachdidaktischen Wissens

In den Bereich des fachdidaktischen Wissens fallen all jene Skalen, welche sich mit dem naturwissenschaftlichen Unterricht einerseits und den Arbeitsweisen im naturwissenschaftlichen Unterricht andererseits befassen. Die folgende Übersicht (vgl. Tab. 64) zeigt eine Zusammenstellung aller Skalen, welche in den Bereich des fachdidaktischen Wissens fallen und zu den beiden Messzeitpunkten T1 und T2 eingesetzt worden sind. Im Sinne einer Grobanalyse dient die Tabelle als Orientierungshilfe, aus welcher herauszulesen ist, ob sich signifikante Unterschiede (Signifikanzen sind grau markiert) bei der Analyse ergeben haben. Die-

se Signifikanzen werden anschliessend einerseits in den Gruppenvergleichen (vgl. Unterkapitel 4.5.2.1), andererseits in den Ländervergleichen (vgl. Unterkapitel 4.5.2.2) detailliert beschrieben.

Tab. 64: Übersicht Skalen „fachdidaktisches Wissen“, Grobanalyse

Professionswissensbereich ³⁸	Skala	Gruppenvergleich			Ländervergleich		
		Faktor	Gruppe	Faktor*Gruppe	Faktor	Land	Faktor*Land
PCK	Wichtigkeit Ziele und Wertschätzung im naturwissenschaftlichen Unterricht	n. s. ³⁹	sign	n. s.*	n. s.	sign	n. s.
PCK	Wichtigkeit und Ziele physikalischer Bildung	n. s.	n. s.	n. s.	sign.	sign	n. s.
PCK	Wichtigkeit und Problemlösekompetenz	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
PCK	Zumutung Lernatmosphäre und -motivation	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
PCK	Motiviertes Lernen	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
PCK	Laissez-faire	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
PCK	Anwendungsbezogenes Lernen	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
PCK	Transmission	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
PCK	Entwicklung eigener Deutungen	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
PCK	Praktizismus	n. s.	n. s.	n. s.	sign	n. s.	n. s.
PCK	Conceptual Change	sign	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
PCK	Diskussion von Schülervorstellungen	sign	n. s.	n. s.	sign	n. s.	n. s.
PCK	Schülervorstellungen in Naturwissenschaften	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.

Die Datenlage präsentiert sich so, dass wenige signifikante Unterschiede ausgewiesen werden. Das heisst, dass sich das Antwortverhalten der Lehrpersonen in beiden Gruppen zu beiden Messzeitpunkten ähnlich verhält. Die vollständigen Werte- und Datentabellen zu den einzelnen Skalen finden sich im Anhang VI unter 1.4.3.1 bis 1.4.3.2.

4.5.2.1 Gruppenvergleiche

Im folgenden Abschnitt geht es um die detailliertere Darstellung und Beschreibung jener Werte und Sachverhalte, welche in der oben stehenden Tabelle (vgl. Tab. 64) mit signifikant (sign) bezeichnet und grau hinterlegt worden sind.

³⁸ PK = pädagogisches Wissen, PCK = fachdidaktisches Wissen, CK = Fachwissen.

³⁹ n. s. steht für nicht signifikant bzw. sign für signifikant.

Skala „Wichtigkeit Ziele und Wertschätzung im naturwissenschaftlichen Unterricht“

Inhaltlich geht es in der Skala „Wichtigkeit Ziele und Wertschätzung im naturwissenschaftlichen Unterricht“ (vgl. Wackermann, 2008) um die Wichtigkeit, wie Schülerinnen und Schüler den naturwissenschaftlichen Unterricht sehen und erleben, eingeschätzt aus der Sicht der Lehrpersonen. Es standen Aussagen wie „... haben Spass an Naturwissenschaften“, „... sehen einen Nutzen in Naturwissenschaften“ zur Einschätzung in einer vierteiligen Rating-skala (sehr wichtig – eher wichtig – eher unwichtig – unwichtig) zur Verfügung.

Folgende Kennwerte ($M_{max} = 4.00$) gelten für diese Skala (vgl. Tab. 65).

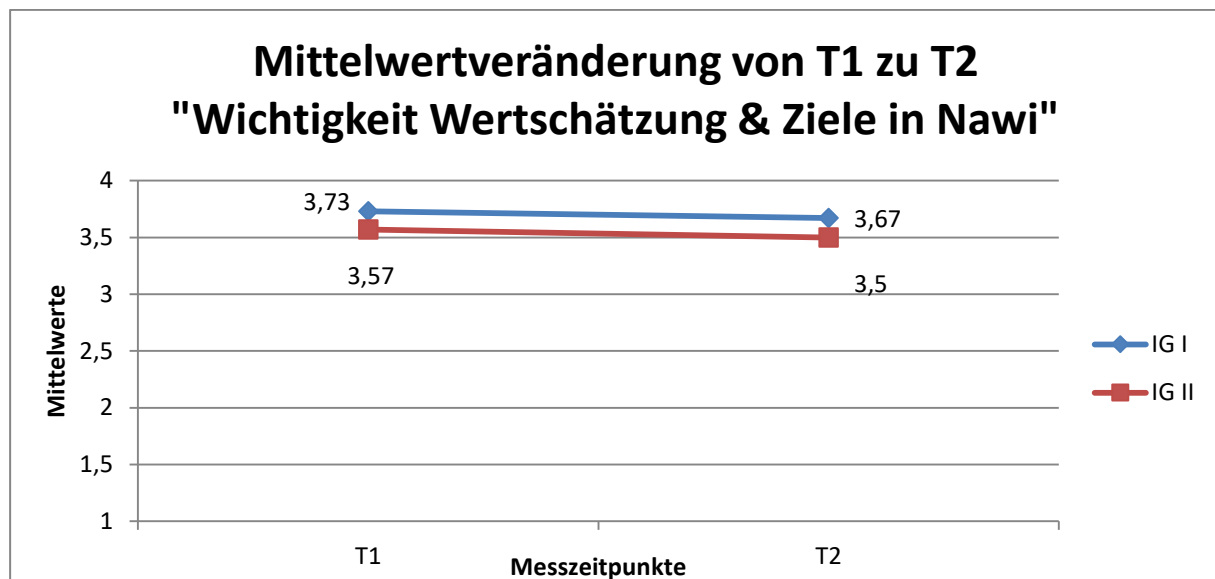
Tab. 65: Mittelwertanalyse Skala „Wichtigkeit Ziele und Wertschätzung im Nawi“ – IG_I und IG_{II}

	<i>N</i>	<i>M_{T1}</i>	<i>SD_{T1}</i>	<i>M_{T2}</i>	<i>SD_{T2}</i>	<i>F</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	η^2
IG _I	24	3.73	.29	3.67	.26				
IG _{II}	22	3.57	.32	3.50	.45				
Faktor						1.29	1;44	.26	.03
Gruppe						4.04	1;44	.05	.08
Faktor*Gruppe						.03	1;44	.87	.00

Es zeigt sich, dass die IG_I mit dem Fortbildungsfokus Fachdidaktik zu beiden Messzeitpunkten höhere Mittelwerte aufweist und somit eine höhere Wichtigkeit in der Zielsetzung und der Wertschätzung gegenüber dem Lernen der Schülerinnen und Schüler im naturwissenschaftlichen Unterricht sieht ($M_{T1IG\ I} = 3.73$, $SD_{T1IG\ I} = .29$; $M_{T2IG\ I} = 3.67$, $SD_{T2IG\ I} = .26$) als die Lehrpersonen der IG_{II} ($M_{T1IG\ II} = 3.57$, $SD_{T1IG\ II} = .32$; $M_{T2IG\ II} = 3.50$, $SD_{T2IG\ II} = .45$). Die beiden Gruppen unterscheiden sich signifikant ($F_{(1;44)} = 4.04$; $p = .05$, $\eta^2 = .08$). Die Einstellung zur Wichtigkeit der Ziele und Wertschätzung im naturwissenschaftlichen Unterricht hat sich zwischen den beiden Messzeitpunkten in beiden Interventionsgruppen negativ verändert, was bedeutet, dass die Wichtigkeit der oben beschriebenen Thematik abnimmt. Bei der IG_I beträgt die Veränderung -.06 Punkte, in der IG_{II} -.07 Punkte, was nicht signifikant ist. Daraus lässt sich schliessen, dass die Fortbildung (Schwerpunkt Fachdidaktik oder Fachwissen) keinen Einfluss auf die Einstellung der Lehrperson auf diese Skala hat.

Die Grafik (vgl. Abb. 37) zeigt die Mittelwertveränderung in der Skala „Wichtigkeit Ziele und Wertschätzung im naturwissenschaftlichen Unterricht“.

Eine minimale, nicht signifikante Abnahme in der Wichtigkeitseinschätzung der Items in dieser Skala ist in beiden Interventionsgruppen feststellbar.

Abb. 37: Mittelwertveränderung Skala „Wichtigkeit Ziele und Wertschätzung im Nawi“ – IG_I und IG_{II}**Skala „Conceptual Change“**

Die Items der Skala „Conceptual Change“ (vgl. Kleickmann, 2008) umschreiben inhaltlich die Konzepte und Vorstellungen, welche Schülerinnen und Schüler in einem Fach, hier Naturwissenschaften, haben. Im Verlaufe des Lernens verändern sich und/oder wechseln die Vorstellungen und Konzepte über eine Sache. Ein Beispielitem aus der Skala „Conceptual Change“ in seinem Wortlaut: „[...] Lernen im naturwissenschaftlichen Unterrichten bedeutet oft eine inneres Ringen (Hin und Her) zwischen alten und neuen Vorstellungen über ein Naturphänomen“ (Kleickmann, 2008, S. 117). Die Lehrpersonen hatten zu dieser und zu weiteren ähnlichen Aussagen eine Zustimmung (stimme völlig zu – stimme zu – stimme eher zu) bzw. Ablehnung (stimme eher nicht zu – stimme nicht zu – stimme überhaupt nicht zu) anzukreuzen.

Die relevanten Daten und Werte für die Skala „Conceptual Change“ ($M_{max} = 6.00$) zeigt die folgende Tabelle (vgl. Tab. 66).

Tab. 66: Mittelwertanalyse Skala „Conceptual Change“ – IG_I und IG_{II}

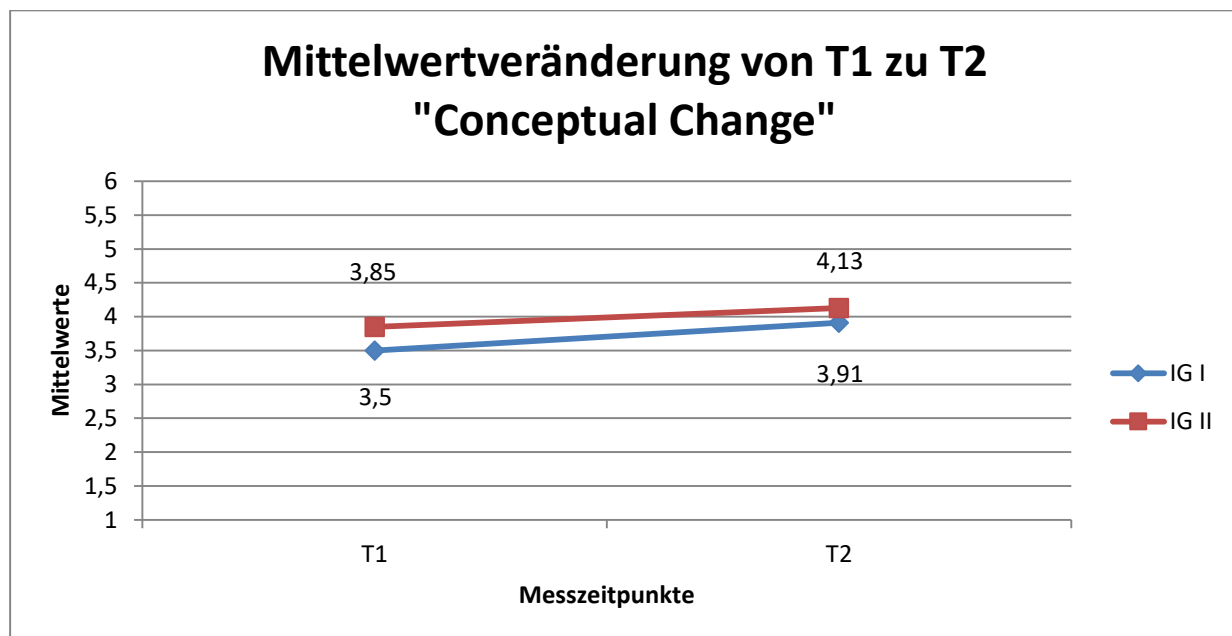
	<i>N</i>	<i>M_{T1}</i>	<i>SD_{T1}</i>	<i>M_{T2}</i>	<i>SD_{T2}</i>	<i>F</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	η^2
IG _I	24	3.50	.73	3.91	.80				
IG _{II}	22	3.85	.69	4.13	.83				
Faktor						11.16	1;44	.00	.20
Gruppe						2.02	1;44	.16	.04
Faktor*Gruppe						.40	1;44	.53	.01

Die IG_I weist zum Messzeitpunkt T1 einen Mittelwert von $M_{T1IG I} = 3.50$ ($SD_{T1IG I} = .73$) auf, beim Messzeitpunkt T2 $M_{T2IG I} = 3.91$, ($SD_{T2IG I} = .80$) auf. Die Mittelwerte der IG_{II} betragen $M_{T1IG II} = 3.85$ ($SD_{T1IG II} = .69$) und $M_{T2IG II} = 4.13$ ($SD_{T2IG II} = .83$). Die Zustimmung zum The-

menbereich des Conceptual Change bei Schülerinnen und Schüler nimmt in der Gesamtgruppe signifikant zu: ($F_{(1;44)} = 11.16$, $p = .00$, $\eta^2 = .20$).

Die grafische Darstellung in der folgenden Abbildung (vgl. Abb. 38) veranschaulicht diesen Sachverhalt.

Abb. 38: Mittelwertveränderung Skala „Conceptual Change“ von T1 zu T2



Dieser Mittelwertvergleich bzw. die signifikante Veränderung in Richtung einer höheren Zustimmung (IG_I Zunahme der Zustimmung um +.41, bei der IG_{II} Zunahme der Zustimmung um +.28) zeigt, dass die Teilnehmenden beider Interventionsgruppen durch die oder während der Fortbildung zu dem Schluss gekommen sind, dass die Schülerinnen und Schüler im Verlaufe der Arbeit an physikalischen Experimenten zu neuen Erkenntnissen kommen, welche sie von der „Alltagsvorstellungen hin zu physikalischen Vorstellungen (Konzeptwechsel im engeren Sinne) führt und andererseits ein Aufbau paralleler wissenschaftlicher Denkstrukturen neben den bestehenden Alltagsstrukturen im Sinne eines bewussten Nebeneinanders passiert“ (Kleickmann, 2008, S. 117).

Die Prüfung mittels T-Test für verbundene Stichproben zur Beantwortung der Frage, ob sich die Mittelwerte von Messzeitpunkt T1 zu T2 signifikant verändern, ergab folgende Resultate (vgl. Tab. 67).

Tab. 67: T-Test für Skala „Conceptual Change“ – IG_I und IG_{II}

	<i>N</i>	<i>M_{T1}</i>	<i>SD_{T1}</i>	<i>M_{T2}</i>	<i>SD_{T2}</i>	<i>T</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
IG _I	24	3.50	.73	3.91	.80	-2.55	23	.02
IG _{II}	22	3.85	.69	4.13	.83	-2.23	21	.04

Die Mittelwerte beider Interventionsgruppen verändern sich signifikant. Für IG_I liegt der Signifikanzwert bei $p = .02$ ($T = -2.55$, $df = 23$), für die IG_{II} bei $p = .04$ ($T = -2.23$, $df = 21$). Die sig-

nifikante Zunahme in der durchschnittlichen Zustimmung bei der IG_I lässt sich damit erklären, dass Conceptual Change explizit an der Fortbildung mit dem fachdidaktischen Fokus thematisiert worden ist. Den Fortbildungsteilnehmenden wurde aufgezeigt, dass beim Einsatz des mobilen Lernarrangements die Lernbegleitung eine wesentliche Rolle spielt, ob sich die Schülerinnen und Schüler auf neue Konzepte einlassen können oder nicht.

Skala „Diskussion von Schülervorstellungen“

Eine weitere Skala, welche in der Analyse signifikante Unterschiede aufweist, ist die Skala „Diskussion von Schülervorstellungen“. Diese Skala befasst sich mit der Thematik, dass sich die Schülerinnen und Schüler über ihre Vorstellungen und Deutungen von Naturphänomenen untereinander austauschen sollen. Dieser Austausch soll in Form von Diskussionen und Argumentationen stattfinden. Als Beispiel dient folgender Itemwortlaut: „... damit Schülerinnen und Schüler Naturphänomene verstehen, ist es entscheidend, dass sie ihre eigenen Lösungsideen untereinander diskutieren“ (Kleickmann, 2008, S. 72 ff.). Die Mittelwertanalyse ($M_{\max} = 6.00$) (vgl. Tab. 68) ergab die folgenden Werte.

Tab. 68: Mittelwertanalyse Skala „Diskussion von Schülervorstellungen“ – IG_I und IG_{II}

	<i>N</i>	<i>M_{T1}</i>	<i>SD_{T1}</i>	<i>M_{T2}</i>	<i>SD_{T2}</i>	<i>F</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	η^2
IG _I	24	5.08	.52	5.34	.53				
IG _{II}	22	4.81	.66	5.00	.75				
Faktor						11.17	1;44	.00	.20
Gruppe						3.38	1;44	.07	.07
Faktor*Gruppe						.25	1;44	.62	.01

Die IG_I weist zum Messzeitpunkt T1 einen Mittelwert von $M_{T1IG\ I} = 5.08$, ($SD_{T1IG\ I} = .52$), beim Messzeitpunkt T2 $M_{T2IG\ I} = 5.34$, ($SD_{T2IG\ I} = .53$) auf. Die Mittelwerte der IG_{II} betragen $M_{T1IG\ II} = 4.81$ ($SD_{T1IG\ II} = .66$) und $M_{T2IG\ II} = 5.00$ ($SD_{T2IG\ II} = .75$). Wird die Gesamtgruppe (IG_I und IG_{II}, $N = 46$) betrachtet, ist eine signifikante Veränderung des Zustimmungsverhaltens feststellbar: $F_{(1;44)} = 11.17$, $p = .00$, $\eta^2 = .20$.

Die T-Testanalyse für verbundene Stichproben liefert folgende Ergebnisse (vgl. Tab. 69).

Tab. 69: T-Test für Skala „Diskussion von Schülervorstellungen“ – IG_I und IG_{II}

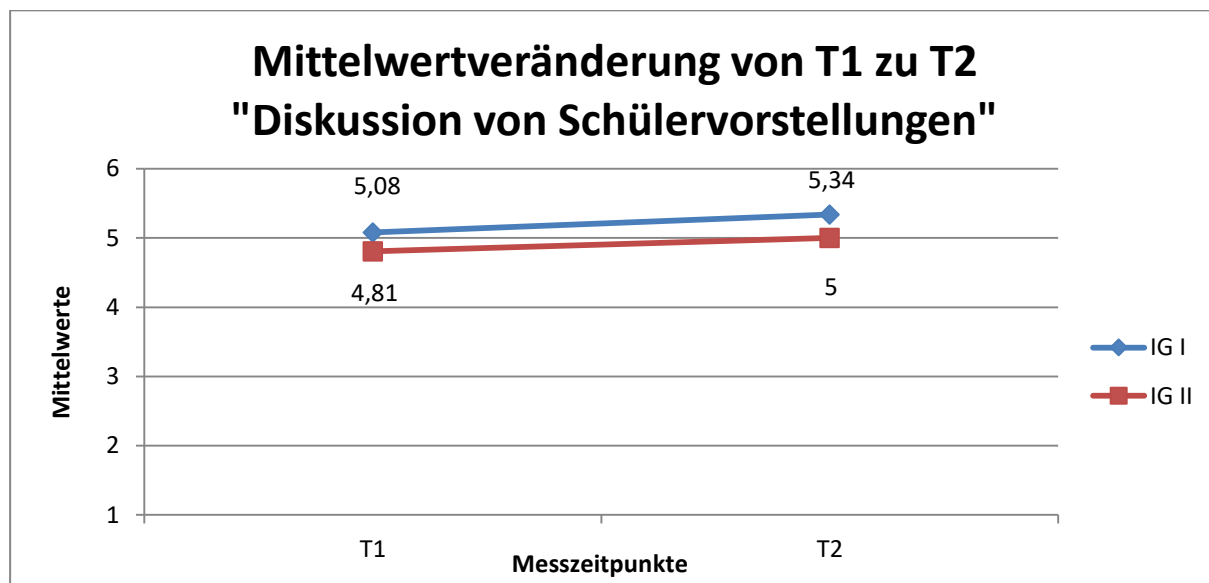
	<i>N</i>	<i>M_{T1}</i>	<i>SD_{T1}</i>	<i>M_{T2}</i>	<i>SD_{T2}</i>	<i>T</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
IG _I	24	5.08	.52	5.34	.53	-3.00	23	.01
IG _{II}	22	4.81	.66	5.00	.75	-1.84	21	.08

Die signifikante Veränderung $p = .01$ ($T = -3.00$, $df = 23$) im Mittelwert bei der IG_I von +.26 ($M_{T1IG\ I} = 5.08$, $SD_{T1IG\ I} = .52$; $M_{T2IG\ I} = 5.34$, $SD_{T2IG\ I} = .53$) kann auf die Inputs zur Lernbegleitung während der Fortbildung zurückgeführt werden. Die Fortbildungsinhalte für die IG_I

brachte die Teilnehmenden zu einer signifikant höheren Überzeugung bzw. positiveren Zustimmung, dass es für den Lernzuwachs der Lernenden wichtig ist, dass sie ihre Beobachtungen, Interpretationen, Vorstellungen untereinander austauschen und diskutieren können.

Die Grafik (vgl. Abb. 39) veranschaulicht diesen Sachverhalt.

Abb. 39: Mittelwertveränderung Skala „Diskussion von Schülervorstellungen“ von T1 zu T2



Beide Gruppen verzeichnen einen positiven Zuwachs. Bei der IG_I beträgt der Zuwachs +.26, bei der IG_{II} lediglich +.19.

Nachdem in den vorangegangenen Abschnitten die Gruppenvergleiche zu den signifikanten Skalen aus den Messzeitpunkten T1 und T2 analysiert und beschrieben worden sind, geht es im folgenden Unterkapitel um die Ländervergleiche der signifikanten Skalen.

4.5.2.2 Ländervergleiche

Wie aus der Übersicht (vgl. Tab. 64) ersichtlich wird, weisen vier Skalen im Ländervergleich Signifikanzen auf. In den folgenden Abschnitten geht es darum, diese genauer zu erläutern.

Skala „Wichtigkeit Ziele und Wertschätzung im naturwissenschaftlichen Unterricht“

Die Skala „Wichtigkeit Ziele und Wertschätzung im naturwissenschaftlichen Unterricht“ (vgl. Wackermann, 2008) befasst sich inhaltlich mit der Sicht- und Erlebensweise der Lehrpersonen, wie sie die Schülerinnen und Schüler im naturwissenschaftlichen Unterricht sehen und erleben. Es standen Aussagen, wie z. B. „[...] haben Interesse an naturwissenschaftlichen Themen“, „[...] haben eine positive Einstellung zum Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht“, zur Verfügung, welche von den Lehrpersonen in einem Viererrating von sehr wichtig bis unwichtig eingeschätzt werden konnten. Die Auswertung der erhobenen Daten ergab für den Ländervergleich folgende Kennwerte ($M_{max} = 4.00$) (vgl. Tab. 70).

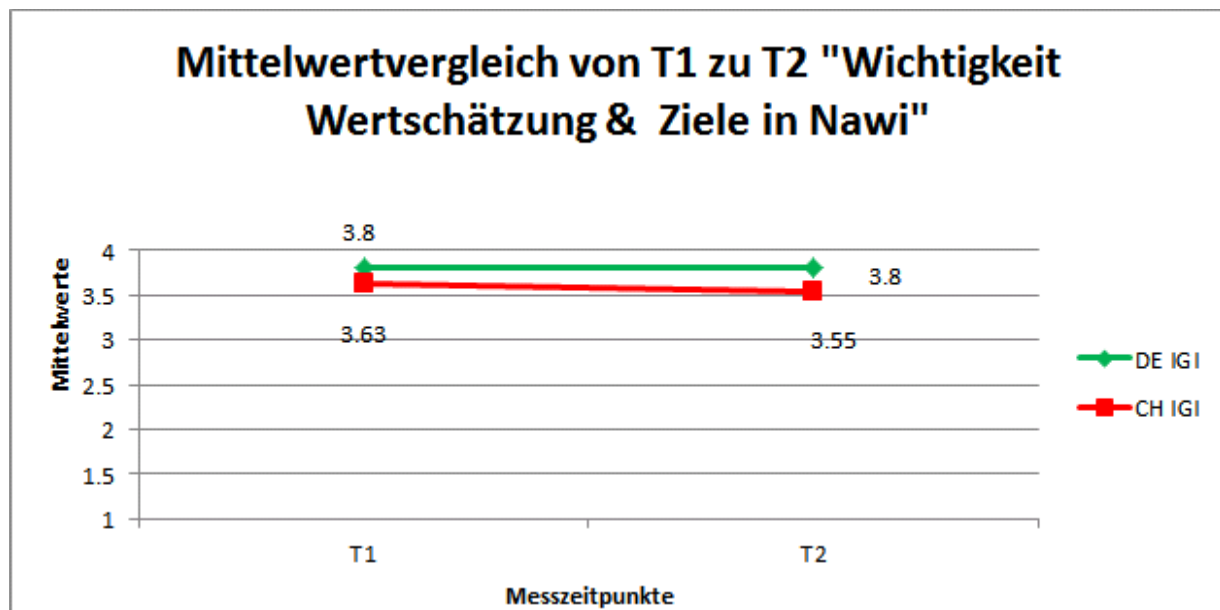
Es zeigt sich, dass in der IG_I ein signifikanter Unterschied ($F_{(1;18)} = 5.45$, $p = .03$) in der Länderzugehörigkeit besteht. Die Lehrpersonen aus der Schweiz (CH_{IG I}) weisen einen Mittelwert

von $M_{T1} = 3.63$ ($SD_{T1} = .32$) beim Messzeitpunkt T1 und $M_{T2} = 3.55$ ($SD_{T2} = .29$) zum Messzeitpunkt T2 auf, die Lehrpersonen aus Deutschland ($DE_{IG\ I}$) einen konstanten Mittelwert für beide Messzeitpunkte $M_{T1/T2} = 3.80$ ($SD_{T1} = .31$, $SD_{T2} = .15$). Somit stufen die Lehrpersonen aus der Schweiz die Wichtigkeit in der Zielsetzung und der Wertschätzung gegenüber dem Lernen der Schülerinnen und Schüler im naturwissenschaftlichen Unterricht etwas geringer ein. Es kann davon ausgegangen werden, dass dies im Zusammenhang mit dem Lehrplan steht. In der Schweiz (Kanton St. Gallen) sind die Naturwissenschaften in den Fachbereich „Mensch und Umwelt“ eingeordnet (vgl. Lehrplan des Kantons St. Gallen, 2008). Die deutschen Lehrpersonen geben mehrheitlich an, dass sie Naturwissenschaften als eigenständiges Fach unterrichten.

Tab. 70: Mittelwertanalyse Skala „Wichtigkeit Ziele und Wertschätzung im Nawi-Unterricht“ (Ländervergleich IG_I und IG_{II})

	<i>N</i>	M_{T1}	SD_{T1}	M_{T2}	SD_{T2}	<i>F</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
$DE_{IG\ I}$	10	3.80	.31	3.80	.15			
$CH_{IG\ I}$	10	3.63	.32	3.55	.29			
Faktor						.23	1;18	.64
Faktor*Land						.28	1;18	.64
Land						5.45	1;18	.03
$DE_{IG\ II}$	8	3.66	.32	3.46	.69			
$CH_{IG\ II}$	10	3.45	.35	3.57	.24			
Faktor						.22	1;16	.65
Faktor*Land						2.91	1;16	.11
Land						.09	1;16	.77

Die folgende Grafik (vgl. Abb. 40) zeigt die Mittelwertveränderung in der Skala „Wichtigkeit Ziele und Wertschätzung im naturwissenschaftlichen Unterricht“ im Ländervergleich.

Abb. 40: Mittelwertveränderung Skala „Wichtigkeit Ziele & Wertschätzung im Nawi“ – Ländervergleich IG_I

Die Fortbildung hat keinen signifikanten Einfluss auf die Entwicklung der Mittelwerte bzw. beeinflusst das Zustimmungsverhalten der Teilnehmenden kaum. Der signifikante Unterschied liegt, wie oben dargelegt, in der Länderzugehörigkeit.

Skala „Wichtigkeit und Ziele physikalischer Bildung“

Die Skala „Wichtigkeit und Ziele physikalischer Bildung“ reiht sich an die Skala an, welche im letzten Abschnitt beschrieben worden ist. Inhaltlich geht es nicht um den naturwissenschaftlichen Unterricht generell, sondern spezifisch um die physikalische Bildung. Es standen sieben Aussagen zur Verfügung, welche von den Lehrpersonen in ihrer Wichtigkeit eingeschätzt worden sind (sehr wichtig – eher wichtig – eher unwichtig – unwichtig). Folgendes Beispielitem dient der inhaltlichen Veranschaulichung dieser Skala. „... können auf der Basis naturwissenschaftlichen Wissens [Fokus Physik] gesellschaftliche-technologische Entscheidungen bewerten“ (vgl. Wackermann, 2008).

Die unten stehende Zusammenstellung (vgl. Tab. 71) zeigt die relevanten Daten und Werte für die Skala „Wichtigkeit und Ziele physikalischer Bildung“ ($M_{\max} = 4.00$).

Die Analyse der Daten in der unten stehenden Tabelle (vgl. Tab. 71) zeigt zwei Werte, welche signifikante Unterschiede im Ländervergleich der IG_I beschreiben. Einerseits ist es der knapp signifikante Unterschied ($F_{(1;18)} = 4.42$, $p = .05$) im Faktor. Die Lehrpersonen DE_{IG I} weisen zum Messzeitpunkt T1 einen Mittelwert von $M_{T1} = 3.50$ ($SD_{T1} = .30$), beim Messzeitpunkt T2 einen Mittelwert von $M_{T2} = 3.33$ ($SD_{T2} = .22$) auf; die Mittelwerte der Lehrpersonen CH_{IG I} betragen $M_{T1} = 3.23$ ($SD_{T1} = .43$) und $M_{T2} = 3.05$ ($SD_{T2} = .37$). Die Beurteilung der Wichtigkeit der Zielsetzungen physikalischer Bildung verändert sich, wenn beide Länder (DE_{IG I} und CH_{IG I} = $N = 20$) betrachtet werden, innerhalb der Messzeitpunkte signifikant $F_{(1;18)} = 4.42$, $p = .05$.

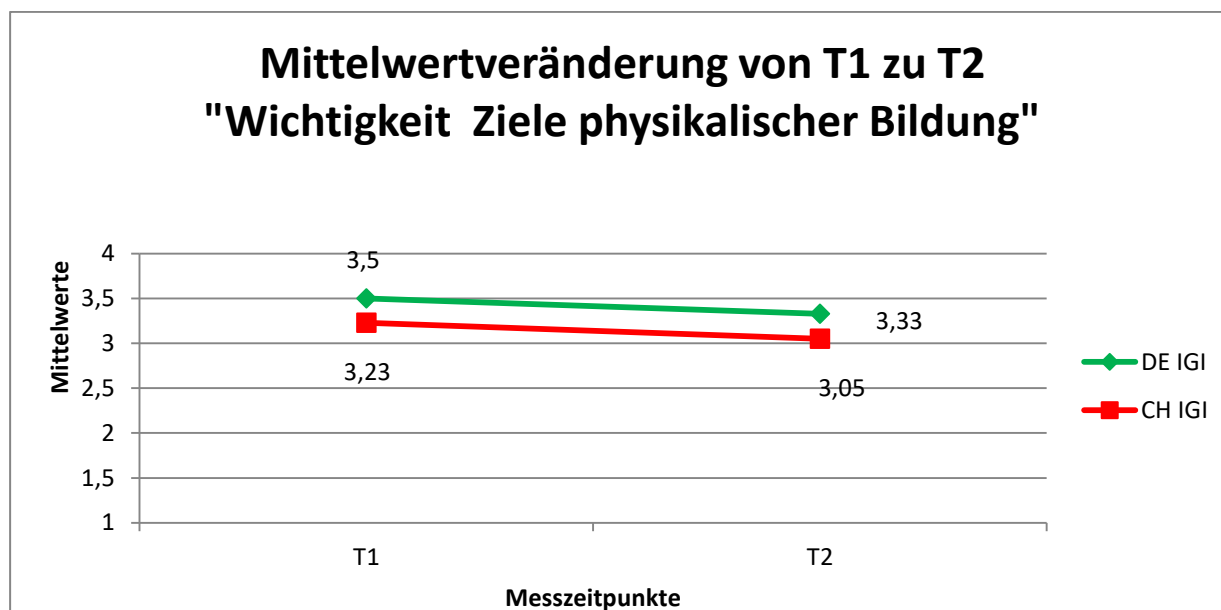
Tab. 71: Mittelwertanalyse Skala „Wichtigkeit und Ziele physikalischer Bildung“ (Ländervergleich IG_I und IG_{II})

	<i>N</i>	<i>M_{T1}</i>	<i>SD_{T1}</i>	<i>M_{T2}</i>	<i>SD_{T2}</i>	<i>F</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
DE _{IG I}	10	3.50	.30	3.33	.22			
CH _{IG I}	10	3.23	.43	3.05	.37			
Faktor						4.42	1;18	.05
Faktor*Land						.00	1;18	.99
Land						6.62	1;18	.05
DE _{IG II}	8	3.23	.30	3.14	.22			
CH _{IG II}	10	3.09	.38	3.26	.37			
Faktor						.12	1;16	.73
Faktor*Land						1.22	1;16	.29
Land						.01	1;16	.93

Die T-Test-Analyse ($T = 2.16$, $df = 19$, $p = .04$) zeigt, dass sich die beiden Ländergruppen im Längsschnitt in ihrem Antwortverhalten für die Wichtigkeit der Ziele im Rahmen der physikalischen Bildung verändern. Beide Ländergruppen der IG_I sehen nach der Fortbildung bzw. zum Messzeitpunkt T2 die Wichtigkeit der Ziele in der physikalischen Bildung als weniger relevant an. Das bedeutet, dass die Lehrpersonen nach der Fortbildung einen geringeren Nutzen der physikalischen Bildung für die Lernenden sehen.

Andererseits gibt es einen ebenso knapp signifikanten Unterschied ($F_{(1;18)} = 6.62$, $p = .05$) in der Länderzugehörigkeit. Die Lehrpersonen aus der Schweiz (CH_{IG I}) weisen einen Mittelwert von $M_{T1} = 3.23$ ($SD_{T1} = .43$) beim Messzeitpunkt T1 und $M_{T2} = 3.05$ ($SD_{T2} = .37$) zum Messzeitpunkt T2 auf, die Lehrpersonen aus Deutschland (DE_{IG I}) einen Mittelwert $M_{T1} = 3.50$ ($SD_{T1} = .30$) beim Messzeitpunkt T1 und $M_{T2} = 3.33$ ($SD_{T2} = .37$) zum Messzeitpunkt T2. Somit stufen die Lehrpersonen aus der Schweiz zu beiden Messzeitpunkten die Wichtigkeit als geringer ein. Als Erklärung für diesen Unterschied gilt wiederum die gleiche Begründung wie bei der Skala „Wichtigkeit Wertschätzung und Ziele im naturwissenschaftlichen Unterricht“, welche in der unterschiedlichen Gewichtung des Faches Naturwissenschaften in den beiden Ländern zu suchen ist.

Die folgende grafische Darstellung (vgl. Abb. 41) zeigt die Mittelwertveränderung der Skala „Wichtigkeit Ziele physikalischer Bildung“ im Ländervergleich.

Abb. 41: Mittelwertveränderung Skala „Wichtigkeit Ziele physikalischer Bildung“ – Ländervergleich IG_I

Aus der oben stehenden Grafik (vgl. Abb. 41) werden die abnehmenden Mittelwerte von T1 zu T2 und die unterschiedlichen Ländermittelwerte ersichtlich.

Skala „Praktizismus“

Diese Skala wies schon im Ländervergleich zum Messzeitpunkt T1 signifikante Unterschiede auf. Im Unterkapitel 4.4.3 ist dargestellt, was diese Skala von Kleickmann (vgl. Kleickmann, 2008) inhaltlich aussagt (Handlungsorientierung) und wie sie im Fragebogen erhoben worden ist.

Für die Analyse der Veränderung standen wiederum die sechs Items (Beispielitem im Wortlaut: Das Durchführen von Versuchen im naturwissenschaftlichen Unterricht stellt eigentlich schon sicher, dass die Kinder Naturphänomene verstehen) für die Erfassung der Einstellungen der Lehrpersonen zu diesem Thema zur Verfügung. Auf einer sechsstufigen Ratingskala konnten die Lehrpersonen ihrer Zustimmung (stimme völlig zu – stimme zu – stimme eher zu) oder Ablehnung (stimme eher nicht zu – stimme nicht zu – stimme überhaupt nicht zu) zur Aussage Ausdruck verleihen.

Die folgenden Werte ($M_{max} = 6.00$) liessen sich für die Lehrpersonen der beiden Länder errechnen (vgl. Tab. 78).

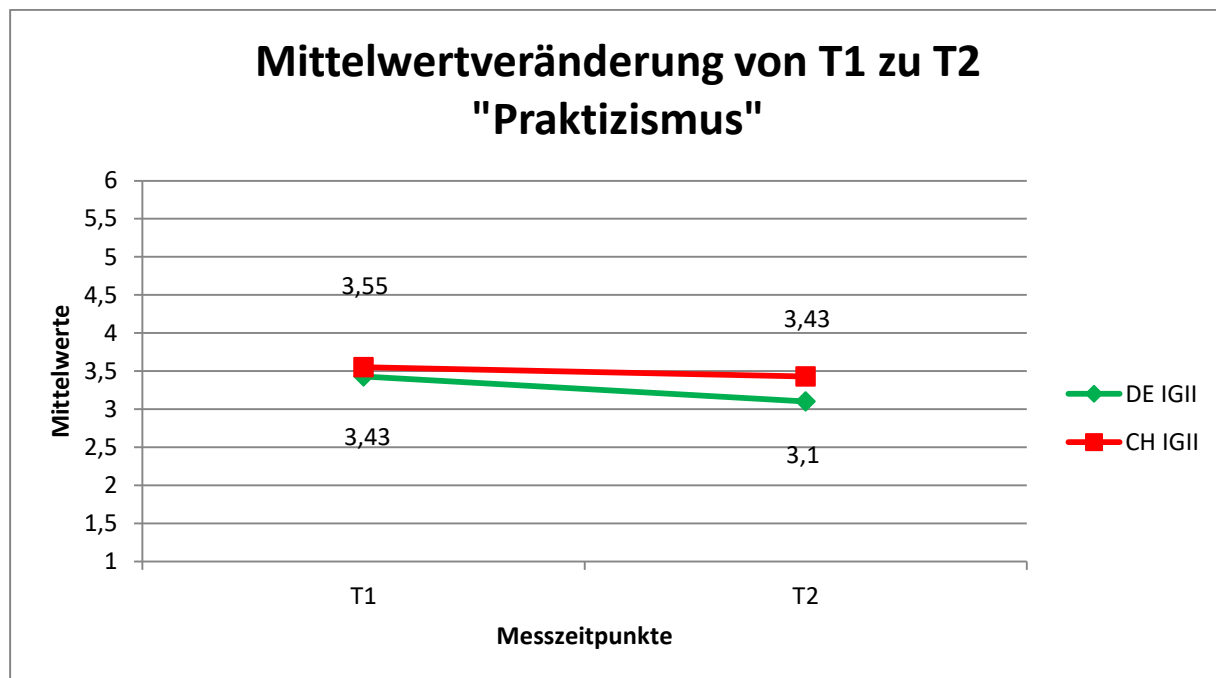
Im Ländervergleich zeigt sich bei der IG_{II} im Bereich des Faktors ein signifikanter Unterschied. Die Lehrpersonen DE_{IG II} weisen zum Messzeitpunkt T1 einen Mittelwert von $M_{T1} = 3.43$ ($SD_{T1} = .25$) beim Messzeitpunkt T2 $M_{T2} = 3.10$ ($SD_{T2} = .63$) auf, die Mittelwerte der Lehrpersonen CH_{IG II} betragen $M_{T1} = 3.55$ ($SD_{T1} = .74$) und $M_{T2} = 3.43$ ($SD_{T2} = .77$). Die Zustimmung zu den Aussagen für den Praktizismus verändert sich, wenn beide Länder (DE_{IG II} und CH_{IG II} = $N = 18$) betrachtet werden, innerhalb der Messzeitpunkte signifikant ($F_{(1;16)} = 5.05$, $p = .04$).

Tab. 72: Mittelwertanalyse Skala „Praktizismus“ (Ländervergleich IG_I und IG_{II})

	<i>N</i>	<i>M_{T1}</i>	<i>SD_{T1}</i>	<i>M_{T2}</i>	<i>SD_{T2}</i>	<i>F</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
DE _{IG I}	10	3.34	.68	3.53	.63			
CH _{IG I}	10	3.78	.58	3.64	.55			
Faktor						.08	1;18	.78
Faktor*Land						2.29	1;18	.15
Land						1.19	1;18	.29
DE _{IG II}	8	3.43	.25	3.10	.63			
CH _{IG II}	10	3.55	.74	3.43	.77			
Faktor						5.05	1;16	.04
Faktor*Land						1.12	1;16	.31
Land						.62	1;16	.44

Die Lehrpersonengruppen der IG_{II} beider Länder stimmen nach der Fortbildung (Messzeitpunkt T2) den Aussagen in der Skala „Praktizismus“ weniger stark zu als zum Messzeitpunkt T1. Die Mittelwerte der Lehrpersonen aus Deutschland verzeichnen eine Abnahme von -.33, diejenigen der Schweizer Lehrpersonen von -.12. Diese negativere Einstellung kann auf den Inhalt der Fortbildung zurückgeführt werden, da die IG_{II} das Fachwissen als Fortbildungsfokus hatte. Das kann heissen, dass die Lehrpersonen der IG_{II} nach der Fortbildung in ihrer Vorstellung bestärkt waren, dass die Lernenden physikalische Kenntnisse haben müssten, bevor die Schülerinnen und Schüler mit dem Experimentieren beginnen.

Das folgende Diagramm (vgl. Abb. 42) zeigt die signifikante Veränderung der Einstellungen zu „Praktizismus“ in der IG_{II} beider Länder.

Abb. 42: Mittelwertveränderung Skala „Praktizismus“ – Ländervergleich IG_{II}

Aus der Grafik (vgl. Abb. 42) geht hervor, dass in beiden Ländergruppen der IG_{II} das Zustimmungsverhalten zu den Aussagen des „Praktizismus“ abnimmt.

Skala „Diskussion von Schülervorstellungen“

Eine weitere Skala, welche in der Analyse signifikante Unterschiede aufweist, ist die Skala „Diskussion von Schülervorstellungen“. Inhaltlich geht es darum, dass sich die Schülerinnen und Schüler über ihre Vorstellungen und Deutungen von Naturphänomenen untereinander austauschen sollen (vgl. Kleickmann, 2008). Dazu standen den Lehrpersonen fünf Items bzw. Aussagen zur Verfügung, welche in einer sechsstufigen Ratingskala (stimme völlig zu bis stimme überhaupt nicht zu) bewertet werden mussten. Diese Skala wies bereits beim Gruppenvergleich zum Messzeitpunkt T1 (vgl. Unterkapitel 4.4.2) signifikante Veränderungen auf. Die Veränderung bestand darin, dass die IG_I gegenüber den anderen Subgruppen (IG_{II} und KG) signifikant höhere Mittelwerte und somit ein höheres Zustimmungsverhalten aufwies. Für den Ländervergleich haben sich die folgenden Werte und Daten ergeben ($M_{max} = 6.00$) (vgl. Tab. 73).

Die Einstellungen zu „Diskussion von Schülervorstellungen“ verändern sich in der IG_I signifikant. Die Lehrpersonen DE_{IG I} weisen zum Messzeitpunkt T1 einen Mittelwert von $M_{T1} = 5.25$ ($SD_{T1} = .63$), beim Messzeitpunkt T2 $M_{T2} = 5.48$ ($SD_{T2} = .68$) auf; die Mittelwerte der Lehrpersonen CH_{IG I} betragen $M_{T1} = 4.88$ ($SD_{T1} = .40$) und $M_{T2} = 5.23$ ($SD_{T2} = .42$). Die Zustimmung zu den Aussagen im Bereich „Diskussion von Schülervorstellungen“ verändert sich, wenn beide Länder (DE_{IG I} und CH_{IG I} = $N = 20$) betrachtet werden, innerhalb der Messzeitpunkte signifikant ($F_{(1;18)} = 8.03$, $p = .01$). Die signifikante Veränderung zeigt sich in beiden Ländergruppen in einem höheren Zustimmungsverhalten zum Messzeitpunkt T2.

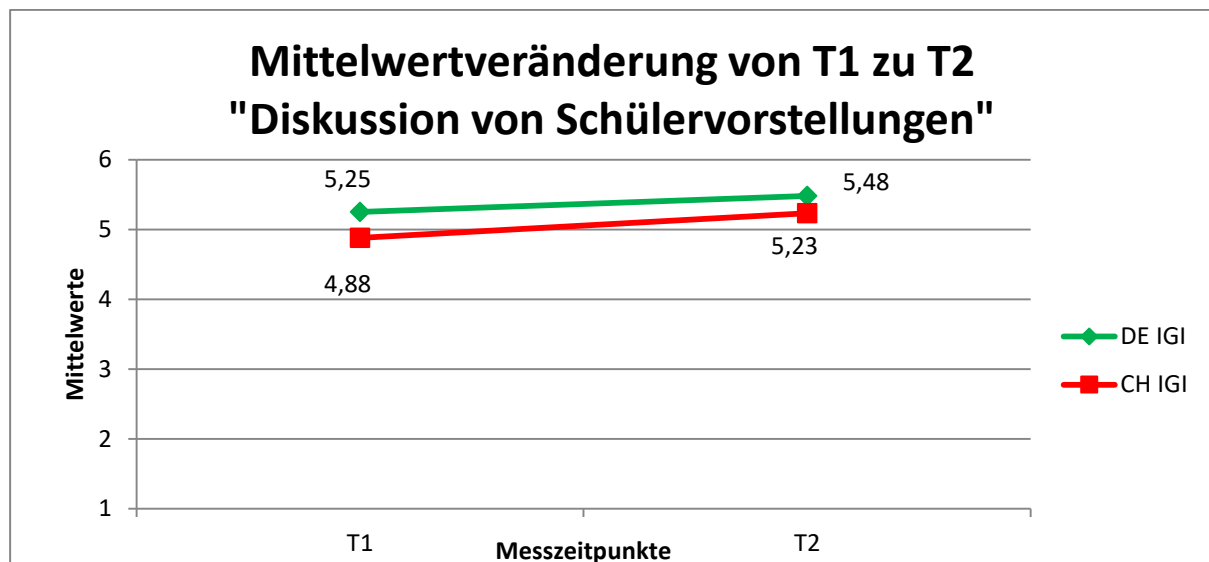
Tab. 73: Mittelwertanalyse Skala „Diskussion von Schülervorstellungen“ (Ländervergleich IG_I und IG_{II})

	<i>N</i>	<i>M_{T1}</i>	<i>SD_{T1}</i>	<i>M_{T2}</i>	<i>SD_{T2}</i>	<i>F</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
DE _{IG I}	10	5.25	.63	5.48	.68			
CH _{IG I}	10	4.88	.40	5.23	.42			
Faktor						8.03	1;18	.01
Faktor*Land						.38	1;18	.55
Land						1.97	1;18	.18
DE _{IG II}	8	4.75	.74	4.91	1.07			
CH _{IG II}	10	4.78	.73	5.03	.53			
Faktor						2.77	1;16	.12
Faktor*Land						.15	1;16	.71
Land						.04	1;16	.83

Die Lehrpersonengruppen beider Länder stimmen nach der Fortbildung (Messzeitpunkt T2) den Aussagen in der Skala „Diskussion von Schülervorstellungen“ stärker zu als zum Messzeitpunkt T1. Die Mittelwerte der Lehrpersonen aus Deutschland verzeichnen eine Zunahme von +.23, diejenigen der Schweizer Lehrpersonen von +.35. Diese stärkere Zustimmung gegenüber der IG_{II} innerhalb der IG_I kann darauf zurückgeführt werden, dass die Lehrpersonen der IG_I auf den Einsatz und die Arbeitsweise mit dem mobilen Lernarrangement vorbereitet wurden. In den fachdidaktischen Inputs anlässlich der Fortbildung wurde unter anderem betont, dass die Schülerinnen und Schüler während des Experimentierens ihre Vorstellungen, Gedanken, Lösungsansätze untereinander austauschen und diskutieren sollen. In der Kombination des fachdidaktischen Inputs und der instruierten Arbeits- und Einsatzweise des mobilen Lernarrangements lässt sich diese signifikante Zunahme einer höheren Zustimmung zu den Items erklären.

Die Grafik in der folgenden Abbildung (vgl. Abb. 43) zeigt die signifikante Veränderung der Einstellungen bzgl. der Diskussion von Schülervorstellungen in der IG_I beider Länder.

Die unten stehende Grafik (vgl. Abb. 43) zeigt die durchschnittlich höhere Zustimmung beider Ländergruppen in der Skala „Diskussion von Schülervorstellungen“ innerhalb der Messzeitpunkte T1 und T2.

Abb. 43: Mittelwertveränderung Skala „Diskussion von Schülervorstellungen“ – Ländervergleich IGI

Nachdem alle Skalen, welche im Messzeitraum T1 zu T2 signifikante Veränderungen (vgl. Tab. 64) aufwiesen, analysiert und detailliert beschrieben worden sind, geht es im Folgenden darum, ein Fazit über die Veränderung des Professionswissen vom Messzeitpunkt T1 zu T2 zu ziehen.

4.5.3 Fazit zur Veränderung des Professionswissen von Messzeitpunkt T1 zu T2

Zu Beginn dieses Unterkapitels 4.5 stand die zentrale Frage im Zentrum der Betrachtung, ob sich das Professionswissen aufgrund der Fortbildung generell bzw. spezifisch aufgrund des Fortbildungsfokusses verändert hat. Als eine zweite Fragestellung soll analysiert werden, ob sich ein generelles Veränderungsmuster aus Ländersicht feststellen lässt. Es gilt zu schauen, ob immer dieselbe Ländergruppe höhere Mittelwerte aufweist und ob sich die signifikanten Veränderungen immer in derselben Ländergruppe zeigen.

In der Mehrheit der analysierten Skalen zeigen sich keine signifikante Veränderungen: Konkret heisst das, dass nur 6 der 14 eingesetzten Skalen aus dem Fachwissen und dem fachdidaktischen Wissen bei Gruppen- und/oder Ländervergleichen signifikante Unterschiede aufweisen. Daher kann insgesamt nicht von einer Wirkung der Fortbildung auf die Veränderung des Professionswissens ausgegangen werden.

Aufgrund der oben geschilderten Sachverhalte und beschriebenen Analysen muss deshalb von einer generellen Veränderung in den definierten Professionswissensbereichen Fachwissen, fachdidaktisches Wissen und pädagogisches Wissen (vgl. Shulman, 1986) und von einem generellen Veränderungsmuster aus Ländersicht abgesehen werden. Eine Fortbildung kann jedoch punktuell Einfluss auf die Veränderung des Professionswissens haben. In den einzelnen Bereich des Professionswissens sieht das wie folgt aus.

4.5.3.1 Fachwissen

Das Fachwissen verändert sich von Messzeitpunkt T1 zu T2. Vor allem die Teilnehmenden aus der IG_{II} verzeichnen eine signifikante Zunahme an Fachwissen. Die IG_{II} nahm an der Fortbildung teil, bei welcher der Fokus auf dem Vermitteln der fachwissenschaftlichen Grundlagen lag. Hier kann von einer Wirkung der Fortbildung gesprochen werden.

Wird der Ländervergleich aufgesplittet in die beiden Interventionsgruppen betrachtet, lässt sich kein generelles Muster (Zunahme an Fachwissen bei beiden Gruppen, Zunahme an Fachwissen in beiden Ländern) feststellen. Es zeigt sich in drei Subgruppen (DE_{IG I}, DE_{IG II}, CH_{IG II}) eine Erhöhung des Fachwissen nach der Fortbildung. Bei der Subgruppe CH_{IG I} ist eine Abnahme der Fachleistung auszumachen.

Es kann festgestellt werden, dass sich wiederum die IG_{II} signifikant verändert bzw. einen signifikanten Fachwissenszuwachs verzeichnet. Die Lehrpersonen aus Deutschland verzeichnen von T1 zu T2 einen signifikant höheren Zuwachs als die Lehrpersonen aus der Schweiz, liegen aber im Mittelwert in der Fachleistung zu beiden Messzeitpunkten signifikant niedriger als die Lehrpersonen aus der Schweiz.

4.5.3.2 Fachdidaktisches Wissen

Im Bereich des fachdidaktischen Wissens sind Teilveränderungen feststellbar. Hier spielen die Fortbildungsinhalte bzw. gesetzten Fortbildungsschwerpunkte und somit die Zugehörigkeit zur IG_I (mit Fortbildungsschwerpunkt Fachdidaktik) oder IG_{II} (mit Fortbildungsschwerpunkt Fachwissen) in einem Falle einer signifikanten Veränderung eine Rolle. Es betrifft die IG_I, welche knapp signifikant höhere Mittelwerte aufweist als die IG_{II}.

Zwei weitere signifikante Veränderungen im Bereich des fachdidaktischen Wissens beziehen sich auf Veränderungen im Faktor bezogen auf die gesamte Teilstichprobe (IG_I und IG_{II}). Einerseits handelt es sich um die Skala „Conceptual Change“ und andererseits um die Skala „Diskussion von Schülervorstellungen“.

Wird in einer aufgesplitteten Teilstichprobe (IG_I versus IG_{II} beider Länder) ein Ländervergleich gezogen, so kann festgestellt werden, dass:

- *die signifikanten Veränderungen in den Skalen des fachdidaktischen Wissens nur die IG_I beider Länder betreffen,*
- *die Landeszugehörigkeit in nur zwei Skalen eine signifikante Rolle spielt (Skala „Wichtigkeit Ziele und Wertschätzung im naturwissenschaftlichen Unterricht“ und Skala „Wichtigkeit und Ziele physikalischer Bildung“),*
- *sich in drei Skalen (Skala „Wichtigkeit und Ziele physikalischer Bildung“, Skala „Praktizismus“, Skala „Diskussion von Schülervorstellungen“) der Faktor bezogen auf die gesamte Teilstichprobe (IG_I) zwischen den Messzeitpunkten signifikant verändert.*

Aus diesem Ergebnis kann geschlussfolgert werden, dass die Länderzugehörigkeit keinen Einfluss auf Veränderungen im Bereich des fachdidaktischen Wissens hat.

4.5.3.3 Pädagogisches Wissen

Über die Veränderungen im Bereich des pädagogischen Wissens kann keine Aussage gemacht werden, da zum Messzeitpunkt T2 keine Items im Fragebogen vorgesehen waren, welche sich auf das pädagogische Wissen bezogen. Das pädagogische Wissen war auch nicht Gegenstand einer der beiden Fortbildungen.

Im Unterkapitel 4.5 ging es um die Veränderung des Professionswissens über die Messzeitpunkte T1 hin zu T2, also von Beginn der Fortbildung bis zum Ende des Interventionselementes Fortbildung. Dies betraf die beiden Interventionsgruppen. Im folgenden Unterkapitel (vgl. Unterkapitel 4.6) wird geschaut, wie sich das Professionswissen über die gesamte Projektdauer entwickelt bzw. verändert hat. Diese Entwicklung über die Messzeitpunkte T1 zu T3 kann mit allen drei Gruppen, also auch mit der Kontrollgruppe, analysiert werden.

4.6 Veränderungen des Professionswissens vom Messzeitpunkt T1 zu T3

Nachdem sich die vorangegangenen Unterkapitel einerseits mit der Ausgangsbasis zum Messzeitpunkt T1 und andererseits mit der kurzfristigen Auswirkung der Fortbildung bzw. der Veränderung von T1 zu T2 bei den Interventionsgruppen befassen haben, steht das folgende Unterkapitel im Zeichen der Ergebnisanalyse aller drei Gruppen. Das heisst, dass die Daten der beiden Interventionsgruppen (IG_I und IG_{II}) und der Kontrollgruppe (KG) über die gesamte Projektdauer hinweg analysiert werden. Die folgende Tabelle (vgl. Tab. 74) zeigt, welche Messzeitpunkte zu beachten sind.

Tab. 74: Übersicht Gruppen und Messzeitpunkte

Messzeitpunkt	Interventionsgruppen		Kontrollgruppe
	IG _I (Fortbildungsfokus Fachdidaktik)	IG _{II} (Fortbildungsfokus Fachwissen)	KG (keine Fortbildung)
T1 (Projektbeginn)	X	X	X
T2 (Fortbildungsende)	X	X	-----
T3 (Projektende)	X	X	X

Im Zentrum steht primär die Frage, wie sich das Professionswissen nach der Fortbildung im weiteren Projektverlauf auch im Vergleich zur Kontrollgruppe, welche nicht fortgebildet wurde, verändert hat. Für die Beantwortung dieser Frage wird zunächst das Fachwissen analysiert, anschliessend folgt der Bereich des fachdidaktischen Wissens. Zu den Messzeitpunkten T2 wie T3 wurden keine Items abgefragt, welche dem pädagogischen Wissen zugeordnet werden können.

Eine erste Zusammenstellung der Frage, ob sich in den erfragten Skalen signifikante Unterschiede einstellen, zeigt die nachfolgende Tabelle (vgl. Tab. 75). Sie ist im Sinne einer Grobanalyse zu verstehen. Der Tabelle sind keine Aussagen darüber zu entnehmen, zu wel-

chem Messzeitpunkt (T1, T2 oder T3) in welcher Gruppe (IG_I, IG_{II} oder KG) oder in welchem Land (DE oder CH) sich die signifikanten Unterschiede ergeben haben. Die Signifikanzen sind in der Tabelle grau markiert und werden in den Unterkapiteln Gruppen- bzw. Ländervergleiche (vgl. Unterkapitel 4.6.1 und 4.6.2) detailliert analysiert und beschrieben.

Tab. 75: Übersicht Skalen „Fachwissen“ und „fachdidaktisches Wissen“, Grobanalyse

Professionswissensbereich	Skala	Gruppenvergleich			Ländervergleich		
		Faktor	Gruppe	Faktor*Gruppe	Faktor	Land	Faktor*Land
CK	Fachwissen	sign	n. s.	sign	sign	sign	n. s.
PCK	Persönliche Einschätzung/Einstellung zum naturwissenschaftlichen Unterricht	n. s.	n. s.	sign	n. s.	n. s.	n. s.
PCK	Wichtigkeit Ziele und Wertschätzung im naturwissenschaftlichen Unterricht	n. s.	n. s.	n. s.*	sign	n. s.	n. s.
PCK	Wichtigkeit und Ziele physikalischer Bildung	n. s.	n. s.	n. s.	n.s	sign	n. s.
PCK	Wichtigkeit und Problemlösekompetenz	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
PCK	Zumutung Lernatmosphäre und -motivation	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
PCK	Motiviertes Lernen	sign	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
PCK	Laissez-faire	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	sign
PCK	Anwendungsbezogenes Lernen	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	sign	n. s.
PCK	Transmission	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	sign
PCK	Entwicklung eigener Deutungen	n. s.	sign	n.s	n. s.	n.s	n.s
PCK	Praktizismus	sign	n. s.	n. s.	n.s	n. s.	sign
PCK	Conceptual Change	sign	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
PCK	Diskussion von Schülervorstellungen	sign	sign	n.s	sign	sign	n. s.
PCK	Schülervorstellungen in Naturwissenschaften	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.

Für die Prüfung der zentralen Frage, ob sich das Professionswissen der Lehrpersonen im gesamten Projektverlauf verändert, wurden die Mittelwerte aller Gruppen aus den Messzeitpunkten T1 und T3 mittels einer zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung miteinander verglichen. Als Signifikanzniveau wurde eine Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = .05$ angenommen. Mit in die Analyse einbezogen werden auch die Effektstärken η^2 . Dazu dient die Definition von Harazd et al. (2009), welche folgende Aussage macht: kleine Effekte $\eta^2 = .01$; mittlere Effekte $\eta^2 = .06$ und grosse Effekte $\eta^2 = .14$ (vgl. Harazd/Gieske/Rolff, 2009, S. 27).

Wie bei den Analysen in den Unterkapiteln 4.4. und 4.5 wird nebst der zweifaktoriellen Varianzanalyse, wenn es notwendig ist, das Prüfverfahren des T-Tests angewendet.

Dort, wo sich bei den Interventionsgruppen IG_I und IG_{II} signifikante Unterschiede von T1 zu T3 erkennen lassen, interessiert auch, wie sich die Veränderung von T2 zu T3 in der Analyse zeigt. Der Verlauf von T1 zu T2 war Gegenstand der Analyse im Unterkapitel 4.5.

Dieses Unterkapitel 4.6 ist wie folgt aufgebaut: In einem ersten Schritt (vgl. Unterkapitel 4.6.1) geht es um die Analyse des Fachwissens einerseits als Gruppen- und andererseits als Ländervergleich. Die signifikanten Daten aus dem fachdidaktischen Wissen werden ebenfalls in Gruppen- und Ländervergleiche unterteilt und detailliert dargestellt (vgl. Unterkapitel 4.6.2). Abschliessend wird im Unterkapitel 4.6.3 ein Fazit gezogen.

4.6.1 Veränderbarkeit des Fachwissens

Das Fachwissen wurde in allen drei Gruppen mittels eines Testheftes erhoben, in welchen die Lehrpersonen Situationen zu physikalischen Phänomenen des Fliegens fachwissenschaftlich beurteilen mussten. Die folgende Abbildung (vgl. Abb. 44) zeigt als exemplarisches Beispiel stellvertretend eine mögliche Problemsituation.

Abb. 44: Beispiel aus dem Testheft Fachwissen (vgl. INTeB, 2011)

Aufgabe 21		DE03
<p>Ballonfahrer nehmen sechs Sandsäcke mit. Sie vermuten: Wenn man aus einem schwebenden Heißluftballon Sandsäcke abwirft, steigt er. Bei einem Experiment werfen die Ballonfahrer aus einem Heißluftballon Sandsäcke ab. Sie beobachten, wie hoch der Heißluftballon fliegt.</p> <p>Mit 6 Sandsäcken an Bord fliegen sie 10m hoch. Mit 5 Sandsäcken an Bord fliegen sie 12m hoch. Mit 3 Sandsäcken an Bord fliegen sie 20m hoch. Mit 1 Sandsack an Bord fliegen sie 35m hoch.</p> <p>Was haben die Ballonfahrer dadurch herausgefunden?</p> <p>Kreuze an.</p>		
	richtig	falsch
Ihre Vermutung stimmt nicht. Je mehr Sandsäcke abgeworfen wurden, desto tiefer fliegt der Heißluftballon.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ihre Vermutung stimmt nicht. Die nach unten fallenden Sandsäcke ziehen den Heißluftballon nach unten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ihre Vermutung stimmt. Je mehr Sandsäcke abgeworfen wurden, desto höher fliegt der Heißluftballon.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ihre Vermutung stimmt. Es ist egal wie viele Sandsäcke man abwirft. Der Heißluftballon bleibt gleich hoch.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Die Antworten wurden nach dem Rasch-Modell skaliert und die Personenparameterwerte in Punkte umgerechnet. Anhand dieser Punktetabellen konnten anschliessend die gängigen Analyseverfahren mittels SPSS durchgeführt werden.

4.6.1.1 Gruppenvergleiche

Für den Gruppenvergleich ergab die Varianzanalyse folgende Werte (vgl. Tab. 76).

Tab. 76: Mittelwertanalyse Skala „Fachwissen“

	IG _I	IG _{II}	KG	F-Wert	df	p	η^2
N	24	22	29				
M_{T1}	9.54	8.60	10.83				
SD_{T1}	2.92	2.95	2.12				
M_{T2}	9.46	9.95					
SD_{T2}	2.73	2.44					
M_{T3}	13.13	12.95	13.31				
SD_{T3}	1.99	2.34	2.17				
Faktor				149.73	1;72	.00	.68
Faktor*Gruppe				3.82	2;72	.03	.10
Gruppe				2.47	2;72	.09	.06

Die Interventionsgruppe I (mit Fortbildungsfokus Fachdidaktik) weist beim Messzeitpunkt T1 einen Mittelwert von $M_{T1} = 9.54$ ($SD_{T1} = 2.92$), beim Messzeitpunkt T2 $M_{T2} = 9.46$ ($SD_{T2} = 2.73$) und beim Messzeitpunkt T3 $M_{T3} = 13.13$ ($SD_{T3} = 1.99$) auf. Die Mittelwerte der Interventionsgruppe II (mit Fortbildungsfokus Fachwissen) betragen: $M_{T1} = 8.60$ ($SD_{T1} = 2.95$), $M_{T2} = 9.95$ ($SD_{T2} = 2.44$) und $M_{T3} = 12.95$ ($SD_{T3} = 2.34$), diejenigen der Kontrollgruppe $M_{T1} = 10.83$ ($SD_{T1} = 2.12$) und $M_{T3} = 13.31$ ($SD_{T3} = 2.17$). Das Fachwissen verändert sich, wenn die Gesamtgruppe (IG_I und IG_{II} und KG = N = 75) betrachtet wird, signifikant ($F_{(1;72)} = 149.73$, $p = .00$, $\eta^2 = .68$).

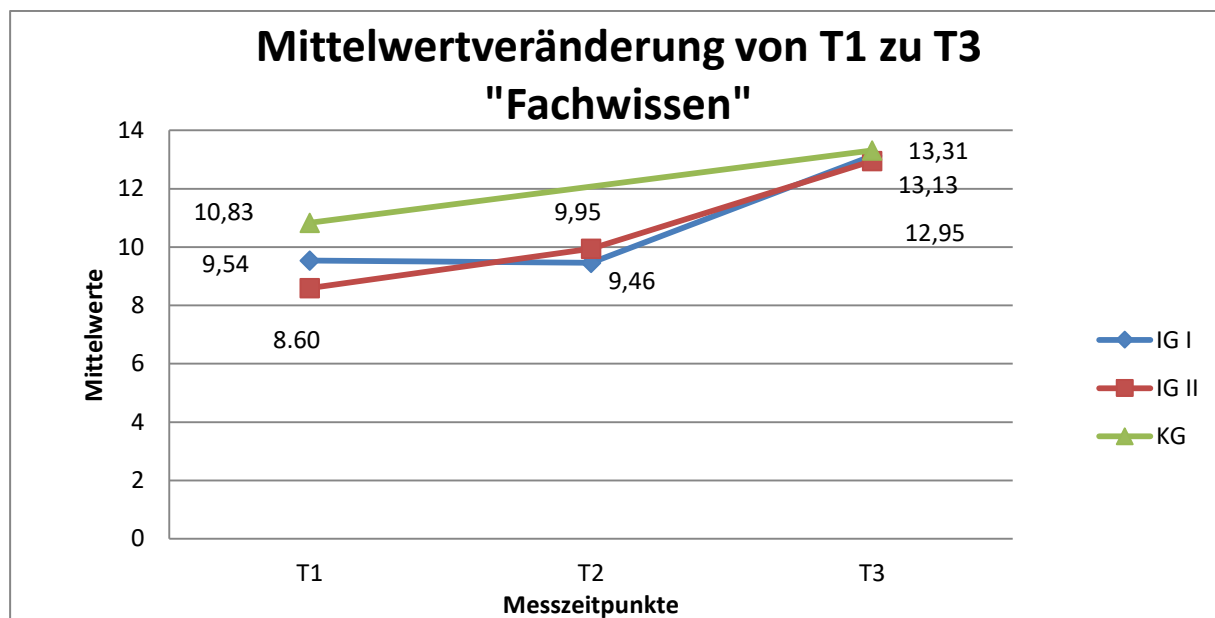
In Bezug auf den Zuwachs an Fachwissen in den Gruppen zwischen den Messzeitpunkten T1 und T3 finden sich signifikante Unterschiede. Der Zuwachs (Veränderung in Richtung einer höheren Punktzahl) ist in der IG_{II} stärker als in der IG_I und der KG: $F_{(2;72)} = 3.82$, $p = .03$, $\eta^2 = .10$. 10 % der Varianz werden durch die Wechselwirkung Faktor*Gruppe erklärt. Dies bedeutet, dass die Lehrpersonen der IG_{II} den grössten Zuwachs an Fachwissen aufweisen, gefolgt von den Lehrpersonen der IG_I und der KG.

Die folgende Abbildung (vgl. Abb. 45) zeigt die Veränderung der Mittelwerte des Fachwissens von Messzeitpunkt T1 zu Messzeitpunkt T3 aller Gruppen.

Die drei Gruppen entwickeln ihr Fachwissen unterschiedlich zwischen den beiden Messzeitpunkten. Dies zeigt sich am unterschiedlichen Zuwachs bzw. an der unterschiedlichen Veränderung des Fachwissens. Bei der IG_{II} mit dem Fortbildungsschwerpunkt Fachwissen stellt sich ein Plus von durchschnittlich +4.36 Punkten ein ($M_{T1IG II} = 8.60$, $SD_{T1IG II} = 2.95$; $M_{T2IG II} =$

9.95, $SD_{T2IG II} = 2.44$; $M_{T3IG II} = 13.13$, $SD_{T3IG II} = 2.34$), bei der IG_I (Fortbildungsschwerpunkt Fachdidaktik) ist nach einer Abnahme von -.08 Punkten von T1 zu T2 ein durchschnittlicher Zuwachs von +3.59 Punkten ($M_{T1IG I} = 9.54$, $SD_{T1IG I} = 2.92$; $M_{T2IG I} = 9.46$, $SD_{T2IG I} = 2.73$; $M_{T3IG I} = 12.95$, $SD_{T3IG I} = 1.99$) zu verzeichnen. Die KG verzeichnen mit +2.48 Punkten den geringsten Zuwachs ($M_{T1KG} = 10.83$, $SD_{T1KG} = 2.12$; $M_{T3KG} = 13.31$, $SD_{T2KG} = 2.17$).

Abb. 45: Mittelwertveränderung Skala „Fachwissen“ – Gruppenvergleich



Eine Analyse, wie sich die Gruppen im Längsschnitt verändert haben, ergab mittels T-Test für verbundene Stichproben folgende Werte (vgl. Tab. 77).

Tab. 77: T-Test für die Skala „Fachwissen“

	N	M_{T1}	SD_{T1}	M_{T2}	SD_{T2}	M_{T3}	SD_{T3}	T	df	p
IG _I	24	9.54	2.92	9.46	2.73			.24	23	.81
IG _I	24	9.54	2.92			13.13	1.99	-5.20	23	.00
IG _I	24			9.46	2.73	13.13	1.99	-5.60	23	.00
IG _{II}	22	8.60	2.95	9.95	2.44			-3.38	21	.03
IG _{II}	22	8.60	2.95			12.95	2.34	-9.52	21	.00
IG _{II}	22			9.95	2.44	12.95	2.34	-6.21	21	.00
KG	29	10.83	2.12			13.31	2.17	-8.38	28	.00

Die Analyse zeigt, dass sich die Mittelwerte des Fachwissens in allen Gruppen im Verlauf des Projektes signifikant verändern.

Bei der IG_I verändern sich die Mittelwerte in der gesamten Dauer, also von T1 ($M_{T1IG I} = 9.54$, $SD_{T1IG I} = 2.92$) zu T3 ($M_{T3IG I} = 13.13$, $SD_{T3IG I} = 1.99$) signifikant ($p = .00$, $T = -5.20$, $df = 23$), aber auch im Zeitraum nach der Fortbildung bis zum Projektende, also den Messzeitpunkten

T2 ($M_{T2IG I} = 9.46$, $SD_{T2IG I} = 2.73$) und T3 ($M_{T3IG I} = 13.13$, $SD_{T3IG I} = 1.99$). Diese Veränderung ist wiederum hochsignifikant ($p = .00$, $T = -5.60$, $df = 23$).

In der Analyse von Messzeitpunkt T1 und T2 (vgl. Unterkapitel 4.5.1) wurde bereits festgestellt, dass sich die Mittelwerte des Fachwissens bei IG_{II} signifikant verändern ($p = .03$, $T = 3.38$, $df = 21$). Signifikante Veränderungen zeigen sich in der IG_{II} einerseits in der Gesamtprojektdauer T1 ($M_{T1IG II} = 8.60$, $SD_{T1IG II} = 2.95$) zu T3 ($M_{T3IG II} = 12.95$, $SD_{T3IG II} = 2.34$) mit einem Signifikanzwert von $p = .00$ ($T = -9.52$, $df = 21$), wie auch andererseits von T2 ($M_{T2IG II} = 9.95$, $SD_{T2IG II} = 2.44$) zu T3 ($M_{T3IG II} = 12.95$, $SD_{T3IG II} = 2.34$). Für diese Zeitspanne beträgt der Signifikanzwert $p = .00$ ($T = -6.21$, $df = 21$).

Eine signifikante Veränderung $p = .00$ ($T = -8.38$, $df = 28$) der Mittelwerte ($M_{T1KG} = 10.83$, $SD_{T1KG} = 2.12$; $M_{T3KG} = 13.31$, $SD_{T3KG} = 2.17$) ist auch bei der KG festzustellen.

Es lässt sich anhand der Daten und Analysen wie auch der Grafiken darstellen, dass sich im Bereich des Fachwissens die Veränderungen bis auf eine Ausnahme (IG_I T1 zu T2 = Abnahme der Mittelwerte) in die Richtung einer Fachwissenszunahme bewegen.

Daraus lässt sich schliessen, dass sich nebst der Fortbildung, welche sich bei der IG_{II} positiv im Sinne einer Wissenszunahme auf das Fachwissen ausgewirkt hat (bei der IG_I war eine kleine Abnahme zu verzeichnen, vgl. Unterkapitel 4.5.1) noch andere Faktoren für eine Zunahme an Fachwissen verantwortlich sein können. Vor allem der Umstand, dass von Messzeitpunkt T2 zu Messzeitpunkt T3 in allen Gruppen die Mittelwerte hochsignifikant zunehmen, das heisst sich signifikant erhöhen, lässt den Schluss zu, dass der praktische Unterricht mit dem mobilen Lernarrangement während sechs Lektionen und die individuelle Vorbereitung der Lehrperson zu einem vertiefteren fachwissenschaftlichen Verständnis und zu einer Wissenszunahme im physikalischen Fachwissen führen.

Nach den Gruppenvergleichen im Bereich des Fachwissens befasst sich das folgende Unterkapitel mit der Analyse des Fachwissens unter dem Fokus Ländervergleich zwischen den beteiligten Lehrpersonen aus Deutschland und der Schweiz.

4.6.1.2 Ländervergleiche

Dieses Unterkapitel zeigt auf, wie sich das Fachwissen in den beiden Ländern Deutschland und Schweiz im Verlaufe der Zeit verändert hat. Dabei werden die Mittelwertvergleiche für jede einzelne Gruppe separat analysiert.

Die Auswertung der mittels zweifaktorieller Varianzanalyse mit Messwiederholung analysierten Daten ergab die folgenden Werte (vgl. Tab. 78).

Aus dieser Tabelle (vgl. Tab. 78) wird ersichtlich, dass sich in jeder Gruppe signifikante Unterschiede ergeben, sei es in der positiven Veränderung des Fachwissens im Verlaufe der Zeit oder in einem Fall in der Landeszugehörigkeit.

Tab. 78: Mittelwertanalyse Skala „Fachwissen“ (Ländervergleich IG_I, IG_{II} und KG)

	<i>N</i>	<i>M_{T1}</i>	<i>SD_{T1}</i>	<i>M_{T2}</i>	<i>SD_{T2}</i>	<i>M_{T3}</i>	<i>SD_{T3}</i>	<i>F</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
DE _{IG I}	10	9.20	3.40	9.60	2.54	12.80	2.49			
CH _{IG I}	10	9.30	2.75	8.80	3.15	13.60	1.71			
Faktor								24.08	2;36	.00
Faktor*Land								.74	2;36	.49
Land								.00	1;18	.97
DE _{IG II}	8	7.63	2.88	9.50	2.56	11.88	3.31			
CH _{IG II}	10	10.30	1.77	11.00	1.94	14.10	1.20			
Faktor								36.27	2;32	.00
Faktor*Land								.75	2;32	.48
Land								5.12	1;16	.04
DE _{KG}	12	10.17	2.82			12.50	2.81			
CH _{KG}	15	11.13	1.36			13.73	1.43			
Faktor								57.73	1;25	.00
Faktor*Land								.17	1;25	.69
Land								2.08	1;25	.16

In der Stichprobe mit den Lehrpersonen aus DE und CH, welche der IG_I zugeordnet werden können, zeigt sich, dass sich das Fachwissen über die ganze Stichprobe und im ganzen Zeitraum signifikant verändert $p = .00$ ($F_{(2;36)} = 24.08$). Mittels T-Test wird überprüft und analysiert, in welcher Ländergruppe und zwischen welchen Messzeitpunkten sich die signifikanten Veränderungen ergeben (vgl. Tab. 79).

Der gleichartige Sachverhalt (signifikante Veränderung des Fachwissens über die ganze Stichprobe und den gesamten Projektzeitraum) zeigt sich auch bei der IG_{II} ($p = .00$, $F_{(2;32)} = 36.27$) und der KG ($p = .00$, $F_{(1;25)} = 57.73$). Auch für diese Daten wird eine Überprüfung mittels T-Test zeigen, in welcher Ländergruppe und zwischen welchen Messzeitpunkten sich die signifikanten Unterschiede zeigen. Die folgende Tabelle (vgl. Tab. 79) zeigt die Analyse-daten mittels T-Test.

Anhand der Daten in der unten stehenden Tabelle (vgl. Tab. 79) lässt sich klar feststellen, wo sich die einzelnen signifikanten Unterschiede befinden.

Die Analyse zeigt für die IG_I, dass sich in beiden Ländergruppen zwischen je zwei Messzeitpunkten signifikante Unterschiede herauskristallisieren. Einerseits ist dies in der DE_{IG I} zwischen den Messzeitpunkte T1 ($M_{T1} = 9.20$, $SD_{T1} = 3.40$) und T3 ($M_{T3} = 12.80$, $SD_{T3} = 2.49$) $p = .03$ ($T = -2.66$, $df = 9$), aber auch zwischen T2 ($M_{T2} = 9.60$, $SD_{T2} = 2.54$) und T3 $p = .02$

($T = -2.73$, $df = 9$), andererseits in der CH_{IG I} zwischen den Messzeitpunkten T1 ($M_{T1} = 9.30$, $SD_{T1} = 2.75$) und T3 ($M_{T3} = 13.60$, $SD_{T3} = 1.71$) $p = .00$ ($T = -5.55$, $df = 9$) bzw. T2 ($M_{T2} = 8.80$, $SD_{T2} = 3.16$) und T3 $p = .00$ ($T = -5.31$, $df = 9$) der Fall.

Tab. 79: T-Test für die Skala „Fachwissen“ – Ländervergleich

	<i>N</i>	<i>M</i> _{T1}	<i>SD</i> _{T1}	<i>M</i> _{T2}	<i>SD</i> _{T2}	<i>M</i> _{T3}	<i>SD</i> _{T3}	<i>T</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
DE _{IG I}	10	9.20	3.40	9.60	2.54			-.80	9	.44
DE _{IG I}	10	9.20	3.40			12.80	2.49	-2.66	9	.03
DE _{IG I}	10			9.60	2.54	12.80	2.49	-2.73	9	.02
CH _{IG I}	10	9.30	2.75	8.80	3.15			.01	9	.44
CH _{IG I}	10	9.30	2.75			13.60	1.71	-5.55	9	.00
CH _{IG I}	10			8.80	3.16	13.60	1.71	-5.31	9	.00
DE _{IG II}	8	7.63	2.88	9.50	2.56			-2.25	7	.06
DE _{IG II}	8	7.63	2.88			11.88	3.31	-10.32	7	.00
DE _{IG II}	8			9.50	2.56	11.88	3.31	-2.62	7	.03
CH _{IG II}	10	10.30	1.77	11.00	1.94			-1.41	9	.19
CH _{IG II}	10	10.30	1.77			14.10	1.20	-5.46	9	.00
CH _{IG II}	10			11.00	1.94	14.10	1.20	-4.72	9	.00
DE _{KG}	12	10.17	2.82			12.50	2.81	-4.84	11	.00
CH _{KG}	15	11.13	1.36			13.73	1.43	-5.99	14	.00

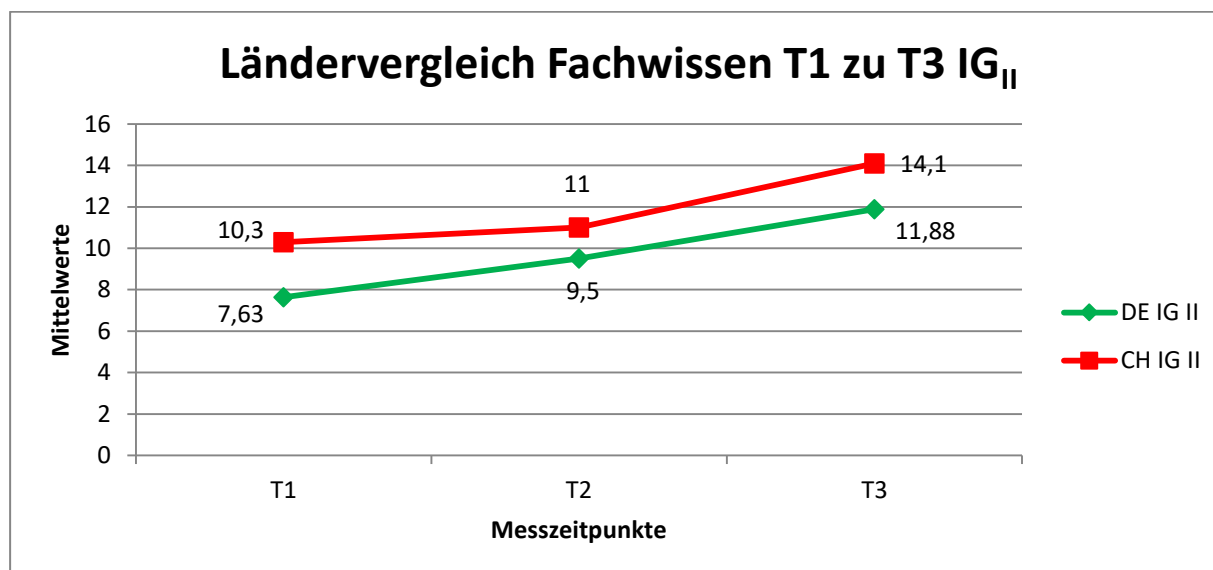
Die identischen Befunde zeigen sich für die IG_{II}: Beide Ländergruppen weisen zwischen je zwei Messzeitpunkten signifikante Veränderungen auf. Für die DE_{IG II} trifft dies zwischen den Messzeitpunkten T1 ($M_{T1} = 7.63$, $SD_{T1} = 2.88$) und T3 ($M_{T3} = 11.88$, $SD_{T3} = 3.31$) $p = .00$ ($T = -10.32$, $df = 7$) und T2 ($M_{T2} = 9.50$, $SD_{T2} = 2.56$) und T3 $p = .03$ ($T = -2.62$, $df = 7$) zu. Bei der CH_{IG II} sind es ebenfalls die Messzeitpunkte T1 ($M_{T1} = 10.30$, $SD_{T1} = 1.77$) und T3 ($M_{T3} = 14.10$, $SD_{T3} = 1.20$) $p = .00$ ($T = -5.46$, $df = 9$) bzw. T2 ($M_{T2} = 11.00$, $SD_{T2} = 1.94$) und T3 $p = .00$ ($T = -4.72$, $df = 9$).

Für die KG zeigt sich, dass in beiden Ländergruppen eine signifikante Veränderung zwischen T1 und T3 zu verzeichnen ist. Bei der DE_{KG} ($M_{T1} = 10.17$, $SD_{T1} = 2.83$; $M_{T3} = 12.50$, $SD_{T3} = 2.81$) beträgt der Signifikanzwert $p = .00$ ($T = -4.84$, $df = 11$), bei der CH_{KG} ($M_{T1} = 11.13$, $SD_{T1} = 2.82$; $M_{T3} = 13.73$, $SD_{T3} = 1.43$) $p = .00$ ($T = -5.99$, $df = 14$).

Auch wenn die Mittelwerte im Fachwissen bei den Lehrpersonen aus der CH in allen Gruppen tendenziell höher ausfallen, zeigt sich nur in der IG_{II}, dass sich die beiden Ländergruppen signifikant unterscheiden (vgl. Tab. 78). Die Mittelwerte liegen bei der Lehrpersonen-

gruppe CH_{IG II} zu jedem Messzeitpunkt knapp signifikant höher als die Mittelwerte der Lehrpersonengruppe DE_{IG II} ($p = .04$, $F_{(1;16)} = 5.12$). In der folgenden Abbildung (vgl. Abb. 46) wird dieser Länderunterschied grafisch aufgezeigt.

Abb. 46: Mittelwertveränderung Skala „Fachwissen“ von T1 zu T3 – Ländervergleich IG_{II}



Die oben stehende Grafik (vgl. Abb. 46) zeigt, dass die CH_{IG II} signifikant höhere Mittelwerte gegenüber der DE_{IG II} aufweist.

Im Unterkapitel 4.6.1 ging es um die Analysen der Fachwissensveränderungen zwischen den Messzeitpunkten T1, T2 und T3. Das nächste Unterkapitel befasst sich mit der Veränderung des fachdidaktischen Wissens zu den gleichen Messzeitpunkten.

4.6.2 Veränderbarkeit des fachdidaktischen Wissens

Als Grundlage für die folgenden Unterkapitel und Abschnitte dient die Tabelle Übersicht Skalen „Fachwissen“ und „fachdidaktisches Wissen“, Grobanalyse (vgl. Tab. 75). In den Bereich des fachdidaktischen Wissens fallen all jene Skalen, welche sich mit dem naturwissenschaftlichen Unterricht einerseits und den Arbeitsweisen im naturwissenschaftlichen Unterricht andererseits befassen.

4.6.2.1 Gruppenvergleiche

In den anschliessenden Vergleichen und Ausführungen geht es um die detailliertere Darstellung und Beschreibung jener Werte und Sachverhalte, welche in der Übersichtstabelle (vgl. Tab. 75) mit signifikant (sign) bezeichnet und grau hinterlegt worden sind.

Skala „Persönliche Einstellung/Einschätzung zum naturwissenschaftlichen Unterricht“

Die Skala „Persönliche Einstellung/Einschätzung zum naturwissenschaftlichen Unterricht“ befasst sich inhaltlich mit Zustimmung (oder Ablehnung) zu Aussagen, wie beispielsweise „Mir fehlen einfach die Grundlagen, um mich mit naturwissenschaftlichen Themen auseinander-

derzusetzen“ oder „Es fällt mir leicht, neue Inhalte in Naturwissenschaften zu verstehen“. Den Lehrpersonen standen fünf Möglichkeiten der Zustimmungintensität zur Verfügung (stimmt gar nicht – stimmt kaum – stimmt teilweise – stimmt ziemlich – stimmt völlig). Die Berechnungen und Analysen der Mittelwerte ($M_{max} = 5.00$) über alle Gruppen und Messzeitpunkte zeigen folgende Werte (vgl. Tab. 80).

Tab. 80: Mittelwertanalyse Skala „Persönliche Einstellung/Einschätzung zum naturwissenschaftlichen Unterricht“

	IG _I	IG _{II}	KG	F-Wert	df	p	η^2
N	23	21	27				
M_{T1}	3.86	3.65	4.10				
SD_{T1}	.52	.70	.51				
M_{T3}	4.00	3.88	4.01				
SD_{T3}	.42	.59	.42				
Faktor				3.69	1;68	.06	.05
Faktor*Gruppe				3.88	2;68	.03	.10
Gruppe				2.07	2;68	.13	.06

Es zeigt sich, dass sich eine Gruppe über den gesamten Projektzeitraum im Zustimmungsverhalten signifikant verändert ($p = .03$, $F_{(2.68)} = 3.88$). Der T-Test für diese Skala ergab die Werte, welche in der unten stehenden Tabelle (vgl. Tab. 81) aufgelistet sind.

Tab. 81: T-Test für die Skala „Persönliche Einstellung/Einschätzung zum naturwissenschaftlichen Unterricht“

	N	M_{T1}	SD_{T1}	M_{T3}	SD_{T3}	T	df	p
IG _I	23	3.86	.52	4.00	.42	-1.62	22	.12
IG _{II}	21	3.65	.70	3.88	.59	-2.11	20	.05
KG	27	4.10	.51	4.01	.42	1.42	26	.17

Die IG_{II} verändert ihr Zustimmungsverhalten innerhalb der Messzeitpunkte T1 ($M_{T1} = 3.65$, $SD_{T1} = .70$) zu T3 ($M_{T3} = 3.88$, $SD_{T3} = .59$) knapp signifikant ($p = .05$, $T = -2.11$, $df = 20$). Die IG_{II} liegt mit den Mittelwerten in dieser Skala im Vergleich zu den anderen beiden Gruppen am tiefsten. Die Lehrpersonen stimmen den Aussagen teilweise bis ziemlich zu. Die Werte dieser Skala zeigen, dass sich die Lehrpersonen der beiden Interventionsgruppen in ihren Einstellungen und Einschätzungen positiv verändert haben. Das heisst, dass die Lehrpersonen im Durchschnitt am Ende der Projektdauer eine höhere Zustimmung abgeben. Das kann einerseits mit den Inputs der Fortbildung zusammenhängen, andererseits eventuell auch auf Inputs und Diskussionen aus der Coachingsequenz beruhen. Die Kontrollgruppe hingegen verändert ihr Zustimmungsverhalten von Messzeitpunkt T1 ($M_{T1} = 4.10$, $SD_{T1} = .51$) zu T3 ($M_{T3} = 4.01$, $SD_{T3} = .42$) in die negative Richtung, was bedeutet, dass der Mittelwert zum

Messzeitpunkt T3 hin abnimmt. Die Übersetzung des Mittelwertes T3 ($M_{T3} = 4.01$) in Worte bedeutet, dass die Teilnehmenden aus der Kontrollgruppe den Aussagen in der Skala „Persönliche Einstellung/Einschätzung zum naturwissenschaftlichen Unterricht“ immer noch „ziemlich“ zustimmen.

Skala „Motiviertes Lernen“

„Kinder können Naturphänomene nur verstehen, wenn sie motiviert sind, diese zu verstehen“ (Kleickmann, 2008, S. 72 ff.). Dies ist eines jener vier Items, welche die Skala „Motiviertes Lernen“ bilden. Kleickmann (2008) umschreibt diese Skala wie folgt:

„Lehrpersonen betonen die Notwendigkeit motivierten Lernens. Es wird hervorgehoben, dass motiviertes Lernen für verstehendes Lernen wichtig sei. Schülerinnen und Schüler müssten motiviert sein, sich mit den Inhalten auseinanderzusetzen. Interessegeleitetes Lernen wird als besonders günstig im Hinblick auf verstehendes Lernen angesehen. Es wird betont, dass geistiges Engagement (im Sinne kognitiver Aktivität) für erfolgreiches Lernen erforderlich ist“ (Kleickmann, 2008, S. 72 ff.).

Die Lehrpersonen hatten in einer sechsstufigen Ratingskala die zuvor erwähnte plus drei weitere Aussagen mittels Zustimmung zu bewerten. Die Ausprägungen des Antwortformates reichten von „stimme völlig zu“ (Wert sechs) bis zu „stimme überhaupt nicht zu“ (Wert eins). Die Verwertung der Einzeldaten ergab folgende Mittelwerte ($M_{max} = 6.00$) (vgl. Tab. 82).

Tab. 82: Mittelwertanalyse Skala „Motiviertes Lernen“

	IG _I	IG _{II}	KG	F-Wert	df	p	η^2
N	22	21	29				
M_{T1}	4.61	4.34	4.20				
SD_{T1}	.93	1.02	.79				
M_{T2}	4.68	4.47					
SD_{T2}	.72	.73					
M_{T3}	4.69	4.65	4.33				
SD_{T3}	.77	.73	.64				
Faktor				5.12	1;69	.03	.07
Faktor*Gruppe				.82	2;69	.44	.02
Gruppe				1.79	2;69	.18	.05

Anhand der Datenanalyse in der oben stehenden Tabelle (vgl. Tab. 89) wird deutlich, dass sich der Faktor „Motiviertes Lernen“ über den gesamten Messzeitraum hin in der Gesamtstichprobe signifikant verändert ($p = .03$, $F_{(1;69)} = 5.12$). Der T-Test wird zeigen, in welcher Gruppe oder in welchen Gruppen sich die Mittelwerte signifikant verändern (vgl. Tab. 83).

Tab. 83: T-Test für die Skala „Motiviertes Lernen“

	<i>N</i>	<i>M_{T1}</i>	<i>SD_{T1}</i>	<i>M_{T2}</i>	<i>SD_{T2}</i>	<i>M_{T3}</i>	<i>SD_{T3}</i>	<i>T</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
IG _I	22	4.61	.93	4.68	.72			.07	23	.95
IG _I	22	4.61	.93			4.69	.77	-.51	21	.62
IG _I	22			4.68	.72	4.69	.77	-.08	21	.94
IG _{II}	21	4.34	1.02	4.47	.73			-.60	21	.56
IG _{II}	21	4.34	1.02			4.65	.73	-2.33	20	.03
IG _{II}	21			4.47	.73	4.65	.73	-1.14	20	.27
KG	29	4.20	.79			4.33	.64	-1.15	28	.26

In der IG_{II} verändert sich das Zustimmungsverhalten signifikant ($p = .03$, $T = -2.33$, $df = 20$) und zwar zwischen den Messzeitpunkten T1 ($M_{T1} = 4.34$, $SD_{T1} = 1.02$) und T3 ($M_{T3} = 4.65$, $SD_{T3} = .73$), also über die gesamte Projektdauer hinweg. Die IG_{II} verzeichnet einen Zuwachs von +.21 zwischen T1 und T3. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Lehrpersonen der IG_{II}, welche als Fortbildungsschwerpunkt Fachwissen hatten, in der praktischen Umsetzung des mobilen Lernarrangements der Wichtigkeit von Motivation eine grosse Beachtung schenken. IG_I und IG_{II} stimmten zum Messzeitpunkt T3 ($M_{T3IG I} = 4.69$, $SD_{T3IG I} = .77$; $M_{T3IG II} = 4.65$, $SD_{T3IG II} = .73$) auf fast gleichem Niveau den Aussagen zu, während die Kontrollgruppe etwas tiefer, aber immer noch eher zustimmend antwortete ($M_{T3KG} = 4.33$, $SD_{T3KG} = .64$).

Skala „Entwicklung eigener Deutungen“

In der Skala „Entwicklung eigener Deutungen“ geht es darum, dass die Lehrpersonen aus ihrer Sicht die Wichtigkeit zur Thematik, dass die Schülerinnen und Schüler vor dem Lehrerinput zu Naturphänomenen und naturwissenschaftlichen Problemstellungen eigene Ideen und Deutungen entwickeln sollen, darlegen (vgl. Kleickmann, 2008, S. 72 ff.). Folgendes Beispieltitem soll zur Verdeutlichung beitragen: „Man sollte den Schülerinnen und Schülern im naturwissenschaftlichen Unterricht ermöglichen, sich erst ihre eigenen Deutungen zu suchen, bevor die Lehrperson Hilfen gibt“ (Kleickmann, 2008, S. 72 ff.). Weitere sieben Items sind in dieser Skala ausformuliert. Werden für diese Skala die Mittelwerte ($M_{max} = 6.00$) untersucht, ergeben sich die Kennwerte, welche der folgenden Tabelle (vgl. Tab. 84) zu entnehmen sind.

Es zeigt sich, dass die IG_I mit dem Fortbildungsfokus Fachdidaktik zu allen Messzeitpunkten höhere Mittelwerte aufweist ($M_{T1IG I} = 4.90$, $SD_{T1IG I} = .52$; $M_{T2IG I} = 5.03$, $SD_{T2IG I} = .54$; $M_{T3IG I} = 4.81$, $SD_{T3IG I} = .70$) als die Lehrpersonen der IG_{II} ($M_{T1IG II} = 4.73$, $SD_{T1IG II} = .58$; $M_{T2IG II} = 4.82$, $SD_{T2IG II} = .65$; $M_{T3IG II} = 4.72$, $SD_{T3IG II} = .66$) und der Kontrollgruppe KG ($M_{T1KG} = 4.29$, $SD_{T1KG} = .53$; $M_{T3KG} = 4.37$, $SD_{T3KG} = .57$). Daraus ergibt sich ein signifikanter Einfluss der Gruppenzugehörigkeit von $F_{(2;69)} = 6.69$; $p = .00$. Werden die Mittelwerte der einzelnen Gruppen ver-

glichen, stellt sich heraus, dass die Mittelwerte der IG_I signifikant höher sind als jene Werte der KG.

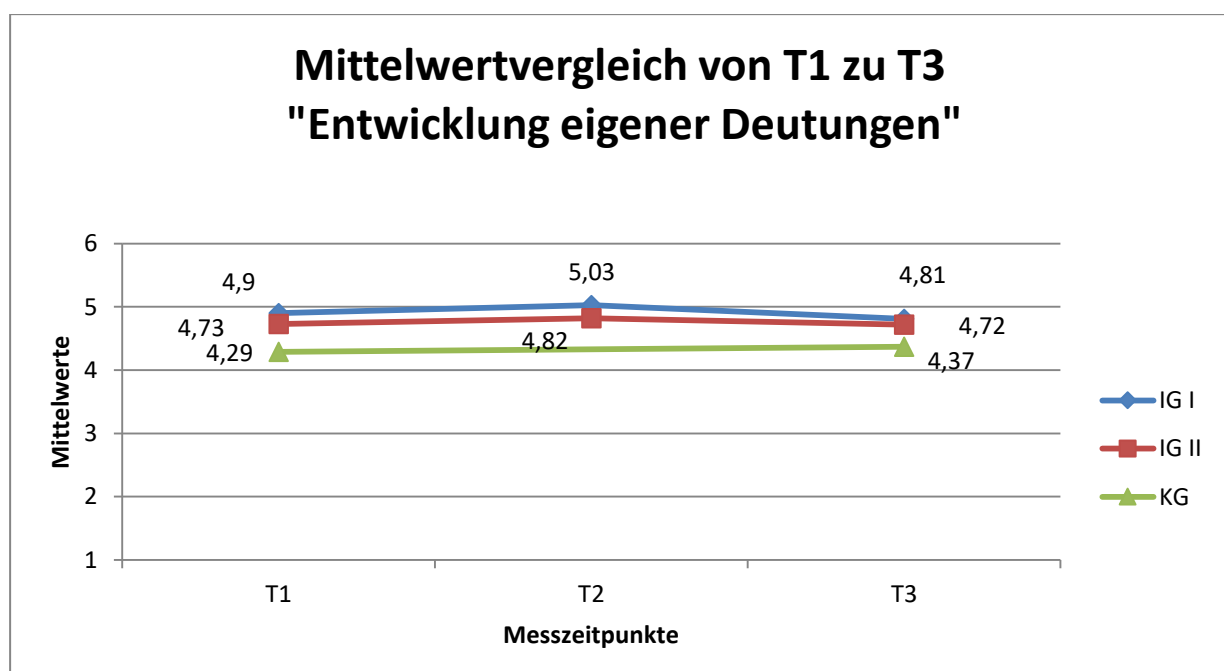
Tab. 84: Mittelwertanalyse Skala „Entwicklung eigener Deutungen“

	IG _I	IG _{II}	KG	F-Wert	df	p	η^2
N	22	21	29				
M_{T1}	4.90	4.73	4.29				
SD_{T1}	.52	.58	.53				
M_{T2}	5.03	4.82					
SD_{T2}	.54	.65					
M_{T3}	4.81	4.72	4.37				
SD_{T3}	.70	.66	.57				
Faktor				.00	1;69	.98	.68
Faktor*Gruppe				.57	2;69	.57	.02
Gruppe				6.96	2;69	.00	.17

Auffällig bei der Mittelwertentwicklung ist, dass sich in beiden Interventionsgruppen das Zustimmungsverhalten nach der Fortbildung erhöht hat (IG_I = +.13; IG_{II} = +.09), zwischen T2 und T3 jedoch wieder abnimmt (IG_I = -.22, IG_{II} = -.10). Die KG verzeichnet eine kleine Zunahme von +.08.

Die folgende Grafik (vgl. Abb. 47) zeigt, wie sich die Mittelwerte bei allen drei Gruppen über die Messzeitpunkte T1 und T2 zu T3 entwickelt haben.

Abb. 47: Mittelwertveränderung Skala „Entwicklung eigener Deutungen“ – Gruppenvergleich



Aus der Grafik (vgl. Abb. 47) wie auch anhand der Datentabelle (vgl. Tab. 84) wird ersichtlich, dass sich Mittelwerte der Gruppen signifikant unterscheiden. Der T-Test wird zeigen, welche Gruppen sich in ihren Mittelwerten signifikant unterscheiden (vgl. Tab. 85).

Tab. 85: T-Test für die Skala „Entwicklung eigener Deutungen“

Gruppenvergleich	Messzeitpunkt	T	df	p
IG _I zu IG _{II}	T1	-1.01	41	.32
IG _I zu IG _{II}	T2	-1.16	41	.26
IG _I zu IG _{II}	T3	-.43	41	.67
IG _{II} zu KG	T1	-2.76	48	.01
IG _{II} zu KG	T3	-2.01	48	.05
IG _I zu KG	T1	-4.10	49	.00
IG _I zu KG	T3	-2.47	49	.04

Es zeigt sich, dass die IG_I wie auch die IG_{II} zu KG in den Messzeitpunkten T1 und T3 signifikant unterscheiden. Eine gruppenspezifische Entwicklung im Zustimmungs- bzw. im Ablehnungsverhalten zu dieser Skala aufgrund der Fortbildungsfoki liegt nicht vor.

Skala „Praktizismus“

Die Skala „Praktizismus“ war bereits in anderen Unterkapiteln Gegenstand einer detaillierten Analyse (vgl. 4.4.3 und 4.5.2.2). Deshalb wird an dieser Stelle auf eine inhaltlich Beschreibung verzichtet. Anhand der folgenden Tabelle (vgl. Tab. 86) wird ersichtlich, welche Werte sich aus der Mittelwertanalyse ($M_{max} = 6.00$) ergeben.

Tab. 86: Mittelwertanalyse Skala „Praktizismus“

	IG _I	IG _{II}	KG	F-Wert	df	p	η^2
N	22	21	29				
M_{T1}	3.66	3.69	3.45				
SD_{T1}	.68	.71	.76				
M_{T2}	3.67	3.48					
SD_{T2}	.59	.82					
M_{T3}	3.42	3.45	3.29				
SD_{T3}	.79	.74	.91				
Faktor				8.91	1;69	.00	.11
Faktor*Gruppe				.15	2;69	.87	.00

Gruppe	.60	2;69	.55	.02
--------	-----	------	-----	-----

Die Mittelwerte verändern sich in der Gesamtgruppe über alle Messzeitpunkte hinweg signifikant ($p = .00$, $F_{(1;69)} = 8.91$). Damit herausgefiltert werden kann, in welcher Untergruppe sich die Mittelwerte signifikant verändern, wird mittels des statistischen Analyseverfahrens T-Test berechnet, wie sich die einzelnen Mittelwerte von Messzeitpunkt zu Messzeitpunkt verändern. Die errechneten Werte finden sich in der unten stehenden Tabelle (vgl. Tab. 87).

Tab. 87: T-Test für die Skala „Praktizismus“

	<i>N</i>	<i>M_{T1}</i>	<i>SD_{T1}</i>	<i>M_{T2}</i>	<i>SD_{T2}</i>	<i>M_{T3}</i>	<i>SD_{T3}</i>	<i>T</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
IG _I	22	3.66	.68	3.67	.59			-.23	23	.82
IG _I	22	3.66	.68			3.42	.79	1.91	21	.07
IG _I	22			3.67	.59	3.42	.79	1.85	21	.08
IG _{II}	21	3.69	.71	3.48	.82			2.29	21	.03
IG _{II}	21	3.69	.71			3.45	.74	2.12	21	.05
IG _{II}	21			3.48	.82	3.45	.74	.25	20	.80
KG	29	3.45	.76			3.29	.91	1.32	28	.20

Anhand der Daten (vgl. Tab. 87) lässt sich ablesen, dass sich in der IG_{II} die Mittelwerte während zwei Messperioden signifikant verändern. Einerseits ist dies von T1 ($M_{T1IG II} = 3.69$, $SD_{T1IG II} = .71$) zu T2 ($M_{T2IG II} = 3.48$, $SD_{T2IG II} = .82$) mit einem Signifikanzwert von $p = .03$, ($T = 2.29$, $df = 21$), andererseits von T1 ($M_{T1IG II} = 3.69$, $SD_{T1IG II} = .71$) zu T3 ($M_{T3IG II} = 3.45$, $SD_{T3IG II} = .74$). Für diese Messzeitspanne beträgt der Signifikanzwert $p = .05$, ($T = 2.12$, $df = 21$). Die Mittelwertanalyse zeigt in allen Gruppen, dass die Lehrpersonen zwischen Zustimmung (stimme eher zu) und Ablehnung (stimme eher nicht zu) der Aussagen schwanken. In der IG_{II} ist diese Veränderung, wie oben beschrieben, signifikant. Auffällig ist, dass sich das Antwortverhalten bzw. das Zustimmungs- oder Ablehnungsverhalten von Messzeitpunkt zu Messzeitpunkt in die negative Richtung bewegt, was bedeutet, dass die Lehrpersonen der Meinung sind, dass das praktische Handeln allein nicht für einen effektiven Wissenszuwachs genügt.

Skala „Conceptual Change“

Die Skala „Conceptual Change“ wies bereits beim Mittelwertvergleich von T1 zu T2 im Unterkapitel 4.5.2.1 signifikante Veränderungen auf. Die Skala wurde an jener Stelle (vgl. Unterkapitel 4.5.2.1) inhaltlich beschrieben. Für die Analyse über den gesamten Zeitraum ergaben sich die folgenden Werte ($M_{max} = 6.00$) (vgl. Tab. 88).

Wiederum ist feststellbar, dass sich der Faktor über den gesamten Zeitraum und in der gesamten Stichprobe signifikant verändert ($p = .00$, $F_{(1;69)} = 15.47$).

Tab. 88: Mittelwertanalyse Skala „Conceptual Change“

	IG _I	IG _{II}	KG	F-Wert	df	p	η^2
N	22	21	29				
M_{T1}	3.63	3.82	3.63				
SD_{T1}	.61	.69	.60				
M_{T2}	3.92	4.13					
SD_{T2}	.84	.85					
M_{T3}	4.01	4.18	3.79				
SD_{T3}	.74	.79	.66				
Faktor				15.47	1;69	.00	.18
Faktor*Gruppe				.92	2;69	.40	.03
Gruppe				1.46	2;69	.24	.04

Für eine weitere detailliertere Analyse diente der T-Test, welcher die Daten für die unten stehende Tabelle generierte (vgl. Tab. 89).

Tab. 89: T-Test für die Skala „Conceptual Change“

	N	M_{T1}	SD_{T1}	M_{T2}	SD_{T2}	M_{T3}	SD_{T3}	T	df	p
IG _I	22	3.63	.61	3.92	.84			-2.55	23	.02
IG _I	22	3.63	.61			4.01	.74	-2.85	21	.01
IG _I	22			3.92	.84	4.01	.74	-.57	21	.57
IG _{II}	21	3.82	.69	4.13	.85			-2.23	21	.04
IG _{II}	21	3.82	.69			4.18	.79	-2.48	20	.02
IG _{II}	21			4.13	.85	4.18	.79	-.26	20	.80
KG	29	3.63	.60			3.79	.66	-1.37	28	.18

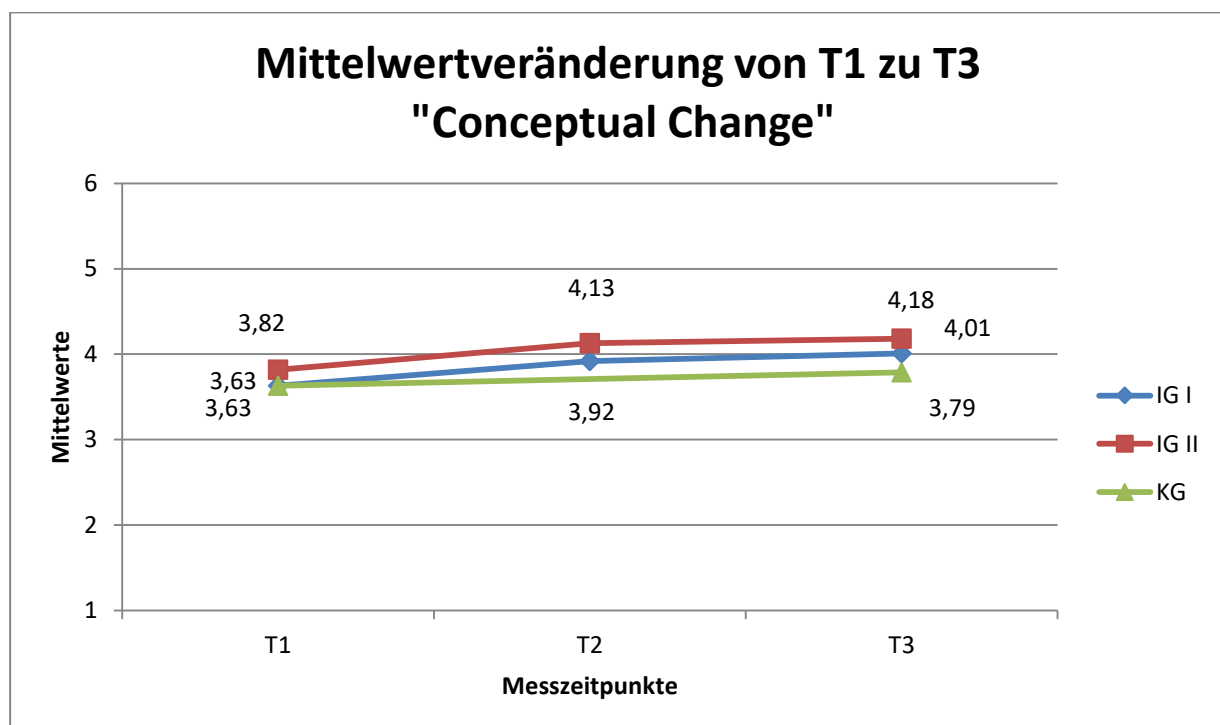
Anhand der oben stehenden Daten lässt sich feststellen, dass sich die Mittelwerte der Skala „Conceptual Change“ in mehreren Gruppen und zu mehreren Messzeitpunkten signifikant verändern.

In der IG_I betrifft es die beiden Zeitperioden T1 ($M_{T1IG I} = 3.63$, $SD_{T1IG I} = .61$) zu T2 ($M_{T2IG I} = 3.92$, $SD_{T2IG I} = .84$) und T1 ($M_{T1IG I} = 3.63$, $SD_{T1IG I} = .61$) zu T3 ($M_{T3IG I} = 4.01$, $SD_{T3IG I} = .74$). Diese Vergleiche ergeben für die Zeit zwischen T1 und T2 einen signifikanten Zuwachs von $p = .02$ ($T = -2.55$, $df = 23$) und für den Zeitraum T1 und T3 einen Zuwachs von $p = .01$ ($T = -2.85$, $df = 21$).

In der IG_{II} sind ebenfalls die Perioden zwischen T1 ($M_{T1IG II} = 3.82$, $SD_{T1IG II} = .69$) und T2 ($M_{T2IG II} = 4.13$, $SD_{T2IG II} = .85$) bzw. T1 ($M_{T1IG II} = 3.82$, $SD_{T1IG II} = .69$) und T3 ($M_{T3IG II} = 4.18$, $SD_{T3IG II} = .79$) betroffen. Für den ersten Zeitraum von T1 zu T2 ergibt sich eine signifikante Veränderung von $p = .04$ ($T = -2.23$, $df = 21$), für den Abschnitt von T1 zu T3 $p = .02$ ($T = -2.48$, $df = 20$).

Das Antwortverhalten tendiert in allen Gruppen in Richtung „stimme den Aussagen eher zu“. Im Verlaufe der Messzeitpunkte entwickelt sich, ebenfalls in allen Gruppen, eine positivere Einstellung zu den Aussagen. Das Diagramm in der folgenden Abbildung (vgl. Abb. 48) zeigt den Mittelwertverlauf für diese Skala zu allen Messzeitpunkten und in allen Gruppen.

Abb. 48: Mittelwertveränderung Skala „Conceptual Change“ – Gruppenvergleich



Signifikante Zunahmen liegen bei der IG_I und IG_{II} von Messzeitpunkt T1 und T2 vor, was auf die Fortbildung zurückzuführen ist. Inhaltlich bedeutet dies, dass die Teilnehmenden zustimmend aussagen, dass eine Weiterentwicklung und Veränderung bestehender Alltagsvorstellungen hin zu physikalischen Vorstellungen (Konzeptwechsel im engeren Sinne) und andererseits der Aufbau paralleler wissenschaftlicher Denkstrukturen neben den bestehenden Alltagsstrukturen im Sinne eines bewussten Nebeneinanders möglich sind.

Skala „Diskussion von Schülervorstellungen“

Eine letzte Skala, welche in den Gruppenvergleichen signifikante Werte aufweist, ist das Thema der Diskussionen von Schülervorstellungen. Es folgt ein kurzer inhaltlicher Abriss, worum es in dieser Skala geht: Die Schülerinnen und Schüler sollen ihre Vorstellungen und Erkenntnisse zu physikalischen Phänomenen untereinander austauschen, diskutieren, mitteilen. Den Lehrpersonen standen zu dieser Thematik vier Aussagen zur Zustimmung oder

Ablehnung zur Verfügung. Die Varianzanalyse für diese Skala ergab die folgende Werte ($M_{max} = 6.00$) (vgl. Tab. 90).

Tab. 90: Mittelwertanalyse Skala „Diskussion von Schülervorstellungen“

	IG _I	IG _{II}	KG	F-Wert	df	p	η^2
N	22		29				
M_{T1}	5.13	4.88	4.56				
SD_{T1}	.51	.57	.62				
M_{T2}	5.42	5.04					
SD_{T2}	.45	.75					
M_{T3}	5.20	5.19	4.62				
SD_{T3}	.56	.61	.55				
Faktor				5.61	1;69	.02	.08
Faktor*Gruppe				1.54	2;69	.22	.04
Gruppe				9.14	2;69	.00	.21

Signifikante Ergebnisse zeigen sich einerseits im Faktor ($p = .02$, $F_{(1;69)} = 5.61$). Das bedeutet, dass sich in der gesamten Stichprobe über die ganze Projektdauer gesehen die Mittelwerte signifikant verändern. Andererseits unterscheiden sich auch die Gruppen untereinander signifikant bzw. die Gruppenzugehörigkeit weist einen Unterschied auf. Mittels T-Test wurden die Daten aus Tabelle (vgl. Tab. 90) überprüft und es ergaben sich die folgenden Werte (vgl. Tab. 91).

Tab. 91: T-Test für die Skala „Diskussion von Schülervorstellungen“

	N	M_{T1}	SD_{T1}	M_{T2}	SD_{T2}	M_{T3}	SD_{T3}	T	df	p
IG _I	22	5.13	.51	5.42	.45			-3.00	23	.01
IG _I	22	5.13	.51			5.20	.56	-.94	21	.36
IG _I	22			5.42	.45	5.20	.56	2.39	21	.03
IG _{II}	21	4.88	.57	5.04	.75			-1.84	21	.08
IG _{II}	21	4.88	.57			5.19	.61	-2.84	20	.01
IG _{II}	21			5.04	.75	5.19	.61	-1.30	20	.21
KG	29	4.56	.62			4.62	.55	-.51	28	.61

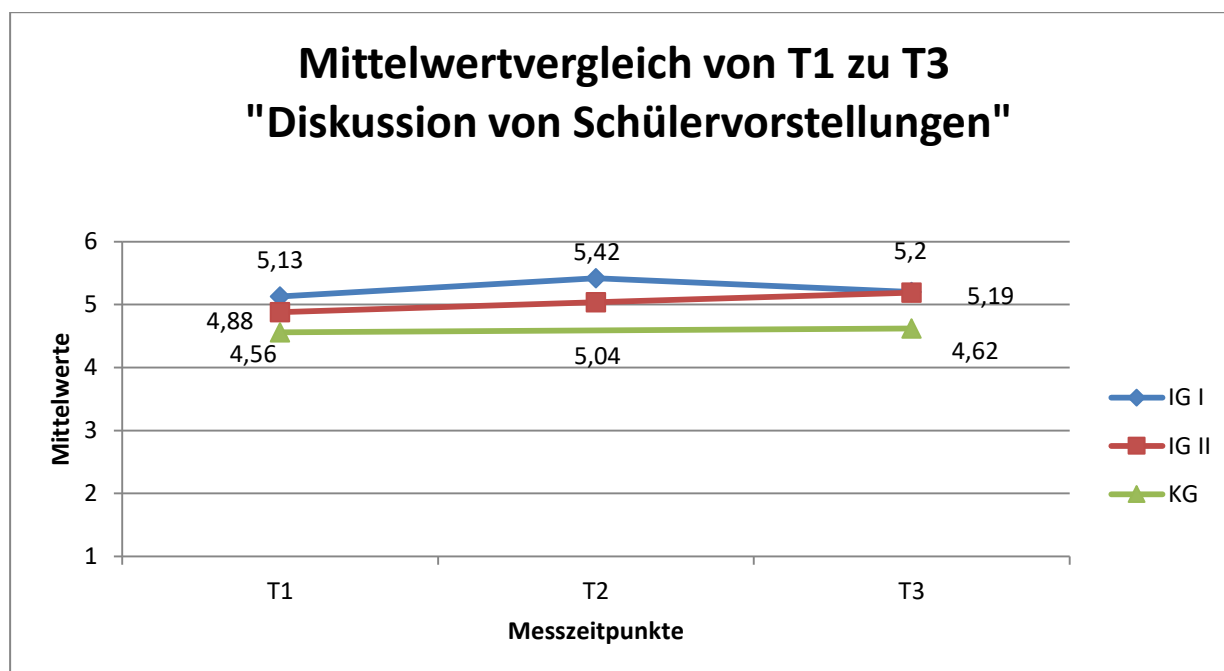
Die signifikanten Unterschiede lassen sich in der IG_I einerseits und in der IG_{II} andererseits ausmachen.

Bei der IG_I sind zwei Messperioden betroffen: Erstens betrifft es die Zunahme von +.29 von T1 ($M_{T1IG I} = 5.13$, $SD_{T1IG I} = .51$) zu T2 ($M_{T2IG I} = 5.42$, $SD_{T2IG I} = .45$). Diese Zunahme ist signifikant $p = .01$ ($T = -3.00$, $df = 23$). Als zweite Signifikanz kann die Abnahme -.22 von T2 ($M_{T2IG I} = 5.42$, $SD_{T2IG I} = .45$) zu T3 ($M_{T3IG I} = 5.20$, $SD_{T3IG I} = .56$) herausgelesen werden. Diese Abnahme hat einen Signifikanzwert von $p = .03$ ($T = 2.39$, $df = 21$). Es fällt auf, dass die Mittelwerte bei der IG_I von T1 zu T2 steigen, von T2 zu T3 sinken. Die Lehrpersonen stimmen zu allen Zeitpunkten den Aussagen zu, was aus den Mittelwerten, welche immer über 5.00 liegen, zu entnehmen ist. Die signifikante Abnahme ($p = .03$; $T = 2.39$, $df = 21$) von T2 zu T3, also jener Zeitspanne, in welcher mit dem mobilen Lernarrangement in der Klasse gearbeitet wurde, kann damit begründet werden, dass sich die theoretische Erkenntnis im Nachgang zur fachdidaktischen Fortbildung in der praktischen Umsetzung im Unterricht als schwieriger erwies.

Bei der IG_{II} setzt sich der Trend zur höheren Zustimmung über alle Messzeitpunkte hinweg fort. Die Zunahmen betragen von T1 zu T2 +.16; von T2 zu T3 +.15. Die Lehrpersonen stimmen in einem ersten Moment (T1) den formulierten Aussagen in den Items zu „Diskussion von Schülervorstellungen“ eher zu, ab dem zweiten Messzeitpunkt ist Zustimmung gegeben. Die IG_{II} weist im Gesamtzeitraum, also von T1 ($M_{T1IG II} = 4.88$, $SD_{T1IG II} = .57$) zu T3 ($M_{T3IG II} = 5.19$, $SD_{T3IG II} = .61$), eine signifikante Veränderung ($p = .01$, $T = -2.84$, $df = 20$) auf, was einer Gesamtzunahme von T1 zu T3 von +.31 entspricht.

Die folgende Grafik (vgl. Abb. 49) zeigt die Mittelwertveränderungen in den drei Gruppen.

Abb. 49: Mittelwertveränderung Skala „Diskussion von Schülervorstellungen“ – Gruppenvergleich



Eine Begründung für den stetigen Anstieg in der Zustimmung kann darin gesehen werden, dass die Lehrpersonen dank der fachwissenschaftlichen Fortbildung und dem somit gene-

rierten und fundierten Fachwissen die Schülerinnen und Schüler in der Lernbegleitung auf das Diskutieren von Schülervorstellungen hinwiesen bzw. hinführten.

Die Analysen der Gruppenvergleiche über alle Messzeitpunkte ergeben, wie auch die Grafiken zeigen, kein einheitliches Bild. Es sind verschiedene Muster erkennbar: Einerseits können bei allen Gruppen Zunahmen oder Abnahmen der Mittelwerte über alle Messzeitpunkte hinweg festgestellt werden. Das wären homogene Bilder bzw. Muster. Andererseits präsentieren sich auch heterogene Muster. Das bedeutet zum Beispiel, dass die eine Gruppe bei den Mittelwerten Zunahme verzeichnet, während bei der anderen Gruppe die Mittelwerte sinken. Im Fazit, welches im Unterkapitel 4.6.3 zu finden ist, wird darauf ausführlicher eingegangen.

Im folgenden Unterkapitel werden alle Skalen, die in der Tabelle Übersicht Skalen „Fachwissen“ und „fachdidaktisches Wissen“, Grobanalyse (vgl. Tab. 75) in der Spalte Ländervergleiche grau markierte Felder aufweisen, detaillierter analysiert und beschrieben.

4.6.2.2 Ländervergleiche

Im Unterkapitel Ländervergleiche geht es darum, zu schauen, ob sich signifikante Unterschiede in den beteiligten Ländern ergeben. Es werden wiederum nur die beiden Länder Deutschland (DE) und die Schweiz (CH) einander gegenübergestellt. Die Analysen basieren nicht auf den gesamten Länderstichproben, sondern auf den Länderstichproben der einzelnen Kohorten. Die verwendeten Analyseverfahren wurden bereits zu Beginn des Unterkapitels 4.6 erwähnt.

Skala „Wichtigkeit Ziele und Wertschätzung im naturwissenschaftlichen Unterricht“

Die Items der Skala „Wichtigkeit Ziele und Wertschätzung im naturwissenschaftlichen Unterricht“ (vgl. Wackermann, 2008) umschreiben die Wichtigkeit, wie Schülerinnen und Schüler den naturwissenschaftlichen Unterricht sehen und erleben. Den Lehrpersonen standen in einer vierstufigen Ratingskala (sehr wichtig – eher wichtig – eher unwichtig – unwichtig) Aussagen, wie z. B. „... haben Spass an Naturwissenschaften“, „... sehen einen Nutzen in Naturwissenschaften“, zur Einschätzung zur Verfügung.

Die folgende Tabelle (vgl. Tab. 92) zeigt die Werte ($M_{max} = 4.00$), welche durch die Varianzanalyse generiert worden sind.

In der IG_I unterscheiden sich die beiden Gruppen signifikant in der Länderzugehörigkeit ($p = .02$, $F_{(1;17)} = 7.05$). Die Lehrpersonen der DE_{IG I} erzielen signifikant höhere Mittelwerte ($M_{T1} = 3.80$, $SD_{T1} = .33$; $M_{T2} = 3.80$, $SD_{T2} = .16$; $M_{T3} = 3.81$, $SD_{T1} = .33$) als die Lehrpersonen der CH_{IG I} ($M_{T1} = 3.63$, $SD_{T1} = .32$; $M_{T2} = 3.55$, $SD_{T2} = .29$; $M_{T3} = 3.52$, $SD_{T1} = .36$). Der durchgeführte T-Test zeigt, dass sich die beiden Ländergruppen zum Messzeitpunkt T2 signifikant unterscheiden ($p = .03$, $T = 2.38$, $df = 18$).

Tab. 92: Mittelwertanalyse „Skala Wichtigkeit Ziele und Wertschätzung im naturwissenschaftlichen Unterricht“ (Ländervergleich IG_I, IG_{II} und KG)

	<i>N</i>	<i>M_{T1}</i>	<i>SD_{T1}</i>	<i>M_{T2}</i>	<i>SD_{T2}</i>	<i>M_{T3}</i>	<i>SD_{T3}</i>	<i>F</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
DE _{IG I}	9	3.80	.33	3.80	.16	3.81	.33			
CH _{IG I}	10	3.63	.32	3.55	.29	3.52	.36			
Faktor								.16	2;34	.86
Faktor*Land								.26	2;34	.77
Land								7.05	1;17	.02
DE _{IG II}	8	3.66	.32	3.46	.69	3.56	.41			
CH _{IG II}	9	3.43	.36	3.56	.25	3.56	.39			
Faktor								.16	2;30	.85
Faktor*Land								1.61	2;30	.22
Land								5.12	1;15	.78
DE _{KG}	12	3.67	.28			3.43	.33			
CH _{KG}	14	3.58	.28			3.44	.30			
Faktor								13.48	1;24	.00
Faktor*Land								.89	1;24	.36
Land								.15	1;24	.71

Des Weiteren sind signifikante Unterschiede in der KG (Faktor: $p = .00$, $F_{(1;24)} = 13.48$) feststellbar. Um genauer zu definieren, in welcher Ländergruppe sich die signifikanten Unterschiede einstellen, wird der T-Test herangezogen. Aus diesem ergeben sich die folgenden Werte (vgl. Tab. 93).

Tab. 93: T-Test für die Skala „Wichtigkeit Ziele und Wertschätzung im naturwissenschaftlichen Unterricht“ – Ländervergleich

	<i>N</i>	<i>M_{T1}</i>	<i>SD_{T1}</i>	<i>M_{T3}</i>	<i>SD_{T3}</i>	<i>T</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
DE _{KG}	12	3.67	.28	3.43	.33	2.59	11	.03
CH _{KG}	14	3.58	.28	3.44	.30	2.60	13	.02

Der T-Test ergibt, dass sich die Mittelwerte in beiden Ländern signifikant verändern. In der DE_{KG} ($M_{T1} = 3.67$, $SD_{T1} = .28$; $M_{T3} = 3.43$, $SD_{T3} = .33$) beträgt der p-Wert $p = .03$ ($T = 2.59$, $df = 11$), in der CH_{KG} ($M_{T1} = 3.58$, $SD_{T1} = .28$; $M_{T3} = 3.44$, $SD_{T3} = .30$) $p = .02$ ($T = 2.0$, $df = 13$). Beide Ländergruppen schätzen die Aussagen zur Skala in etwa gleich wichtig ein, die Wichtigkeit nimmt allerdings im Verlauf der gesamten Messdauer (T1 zu T3) ab (DE_{KG} = -.24, CH_{KG} = .14).

Skala „Wichtigkeit und Ziele physikalischer Bildung“

In eine ähnliche Richtung wie die oben analysierte Skala gehen die Aussagen der Skala „Wichtigkeit und Ziele physikalischer Bildung“. Inhaltlich geht es nicht um den naturwissenschaftlichen Unterricht generell, sondern spezifisch um die physikalische Bildung. Es standen sieben Aussagen zur Verfügung, welche von den Lehrpersonen in ihrer Wichtigkeit eingeschätzt worden sind (sehr wichtig – eher wichtig – eher unwichtig – unwichtig). Folgendes Beispielitem dient der inhaltlichen Veranschaulichung dieser Skala: „... können mit Naturwissenschaften [Fokus Physik] später im Leben etwas anfangen“ (vgl. Wackermann, 2008).

Die Varianzanalyse für die beschriebene Skala ergibt die folgenden relevanten Werte ($M_{\max} = 4.00$) (vgl. Tab. 94).

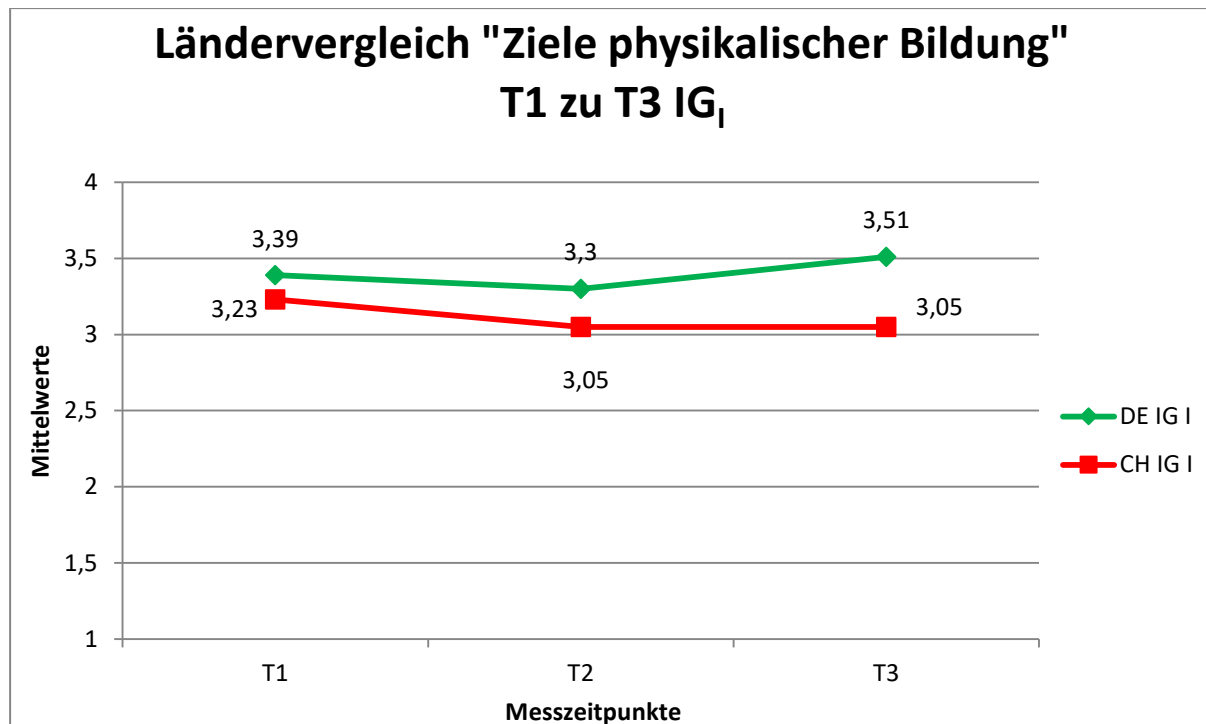
Tab. 94: Mittelwertanalyse Skala „Wichtigkeit und Ziele physikalischer Bildung“ (Ländervergleich IG_I, IG_{II} und KG)

	<i>N</i>	<i>M_{T1}</i>	<i>SD_{T1}</i>	<i>M_{T2}</i>	<i>SD_{T2}</i>	<i>M_{T3}</i>	<i>SD_{T3}</i>	<i>F</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
DE _{IG I}	9	3.39	.31	3.30	.22	3.51	.40			
CH _{IG I}	10	3.23	.43	3.05	.37	3.05	.45			
Faktor								1.79	2;34	.18
Faktor*Land								.74	2;34	.48
Land								6.01	1;17	.03
DE _{IG II}	8	3.23	.52	3.14	.61	3.30	.45			
CH _{IG II}	9	3.11	.40	3.32	.34	3.35	.37			
Faktor								1.18	2;30	.32
Faktor*Land								1.06	2;30	.36
Land								.04	1;15	.86
DE _{KG}	12	3.29	.37			3.09	.42			
CH _{KG}	14	3.10	.35			3.05	.34			
Faktor								3.31	1;24	.08
Faktor*Land								1.18	1;24	.29
Land								.80	1;24	.38

Aus der Tabelle (vgl. Tab. 94) wird ersichtlich, dass sich in der Analyse signifikante Unterschiede ergeben. In der IG_I unterscheiden sich die Mittelwerte beider Länder signifikant $p = .03$, ($F_{(1;17)} = 6.01$). Dieser signifikante Unterscheid ergibt sich aus den Mittelwerten der DE_{IG I} ($M_{T1} = 3.39$, $SD_{T1} = .31$; $M_{T2} = 3.30$, $SD_{T2} = .22$; $M_{T3} = 3.51$, $SD_{T3} = .40$) und den drei Mittelwerten der CH_{IG I} ($M_{T1} = 3.23$, $SD_{T1} = .43$; $M_{T2} = 3.05$, $SD_{T2} = .37$; $M_{T3} = 3.05$, $SD_{T3} = .45$),

welche zu allen Messzeitpunkten tiefer liegen als jene der $DE_{IG\ I}$ ($M_{T1} = -.06$, $M_{T2} = -.25$, $M_{T3} = -.46$). Das Diagramm (vgl. Abb. 50) zeigt diesen Ländervergleich grafisch.

Abb. 50: Mittelwertveränderung Skala „Wichtigkeit Ziele physikalischer Bildung“ – Ländervergleich IG_I



In den beiden oben beschriebenen Skalen der „Wichtigkeit der Zielsetzungen im naturwissenschaftlichen Unterricht generell“, bzw. „Wichtigkeit der Ziele physikalischer Bildung“ (vgl. Wackermann, 2008), fällt bei den Ländervergleichen auf, dass die $CH_{IG\ I}$ signifikant tiefere Mittelwerte gegenüber der $DE_{IG\ I}$ aufweist. Dies hängt mit der Lehrplanstruktur in der Schweiz zusammen. In der Mittelstufe wird hier kein eigenes Fach Naturwissenschaften oder Physik unterrichtet. Elemente und Inhalte aus diesem Bereich sind hingegen in den Fachbereich „Mensch und Umwelt“ integriert.

Skala „Laisser-faire“

Zum Inhalt der Skala „Laisser-faire“ gehören die Vorstellungen der Lehrpersonen, dass sich, ohne ihr aktives Zutun, bei den Lernenden ein Lernzuwachs einstellt, indem sie die Schüler und Schülerinnen Erfahrungen sammeln, sich austauschen oder Experimente kreieren lassen. Die Skala umfasst vier Items, welche in einer sechsstufigen Ratingskala beurteilt werden mussten. Die errechneten Mittelwerte ($M_{max} = 6.00$), welche mittels der Varianzanalyse untersucht wurden, ergeben folgende Signifikanzwerte (vgl. Tab. 95).

In der Interventionsgruppe IG_I zeigt sich, dass sich die Zustimmungen zum „Laisser-faire“ über alle Messzeitpunkte und Länder knapp signifikant ($IG_I\ p = .04$, $F_{(2;32)} = 3.54$; $IG_{II}\ p = .03$, $F_{(1;15)} = 5.73$) unterschiedlich entwickeln.

In der IG_I tragen die Mittelwerte der $DE_{IG\ I}$ ($M_{T1} = 3.44$, $SD_{T1} = .76$; $M_{T2} = 3.69$, $SD_{T2} = .87$; $M_{T3} = 3.78$, $SD_{T3} = .45$) bzw. der $CH_{IG\ I}$ ($M_{T1} = 3.23$, $SD_{T1} = .69$; $M_{T2} = 3.53$, $SD_{T2} = .56$;

$M_{T3} = 2.88$, $SD_{T3} = .74$) zu diesem signifikanten Unterschied bei. Die $DE_{IG\ I}$ liegt zu allen Messzeitpunkten mit ihren Mittelwerten höher als diejenigen der Lehrpersonen aus der Schweiz. Auffällig ist auch, dass sich bei den Lehrpersonen aus Deutschland über den gesamten Messzeitraum hinweg die Zustimmung zu den Aussagen in die positive Richtung (höhere durchschnittliche Zustimmung) bewegt, während dieser Trend bei Lehrpersonen aus der Schweiz zwischen T2 und T3 in die negative (höhere Ablehnung) Richtung zeigt.

Tab. 95: Mittelwertanalyse Skala „Laisser-faire“ (Ländervergleich IG_I , IG_{II} und KG)

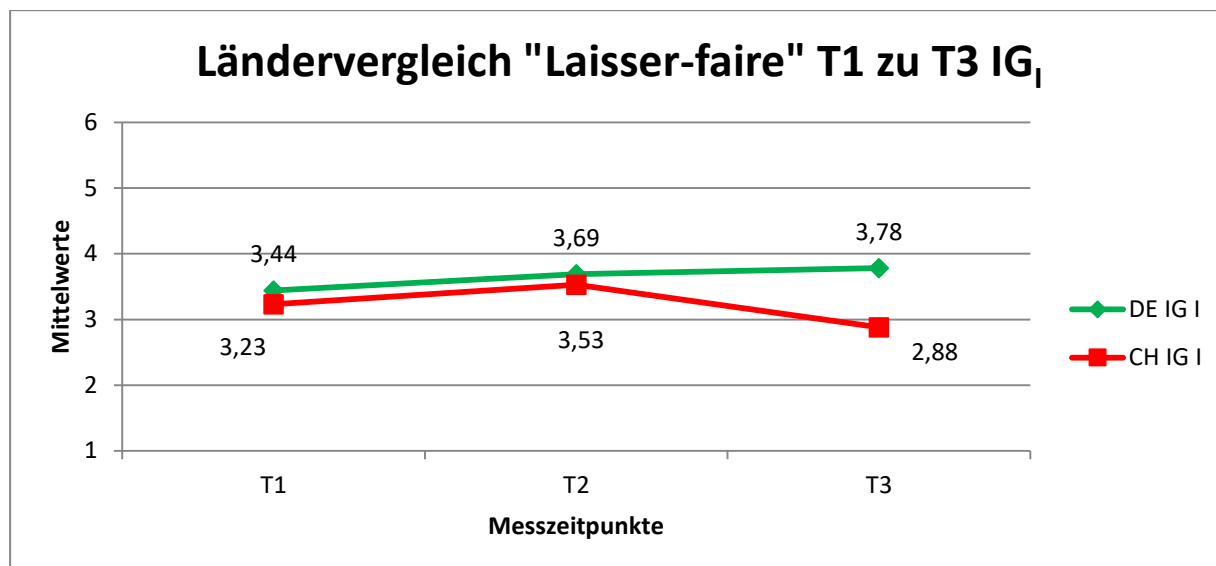
	N	M_{T1}	SD_{T1}	M_{T2}	SD_{T2}	M_{T3}	SD_{T3}	F	df	p
$DE_{IG\ I}$	8	3.44	.76	3.69	.87	3.78	.45			
$CH_{IG\ I}$	10	3.23	.69	3.53	.56	2.88	.74			
Faktor								2.12	2;32	.14
Faktor*Land								3.54	2;32	.04
Land								2.36	1;16	.14
$DE_{IG\ II}$	8	2.74	.50	3.16	.63	3.09	.52			
$CH_{IG\ II}$	9	3.24	.80	3.28	.96	3.08	.88			
Faktor								1.01	2;30	.38
Faktor*Land								1.33	2;30	.28
Land								.43	1;15	.52
DE_{KG}	12	3.41	1.02			3.08	.88			
CH_{KG}	15	3.06	.73			3.15	.93			
Faktor								1.17	1;25	.29
Faktor*Land								3.72	1;25	.07
Land								.19	1;25	.67

Im Rahmen der fachdidaktischen Fortbildung, welche den Teilnehmenden der IG_I angeboten worden ist, wurde unter anderem versucht zu vermitteln, dass Schülerinnen und Schüler nicht unnötig unterbrochen werden sollten, oder dass nach ihren Vermutungen gefragt werden soll, bevor gleich eine Erklärung gegeben wird. Die Analyse der Daten zeigt, dass nach der Fortbildung (T2) in beiden Ländergruppen höhere Mittelwerte vorliegen als bei T1, was auch einer höheren Zustimmung zu den Itemaussagen der Skala Laisser faire (Itembeispiele: „Ohne Eingreifen und Lenken der Lehrperson lernen Kinder im naturwissenschaftlichen Unterricht am besten“, „Für mich gilt die Maxime: Kinder sollen im naturwissenschaftlichen Unterricht Experimente grundsätzlich ohne Hilfe der Lehrperson selbständig entwickeln.“)

gleichkommt. Bei der CH_{IG I} zeigt sich dass zu Projektende (T3) die Zustimmung und die Einstellung zu diesem didaktischen Vorgehen signifiaknt tiefer liegt als zum Messzeitpunkt T2.

Die folgende Grafik (vgl. Abb. 51) zeigt diesen Mittelwertverlauf.

Abb. 51: Mittelwertveränderung Skala „Laisser-faire“ – Ländervergleich IG_I



Skala „Anwendungsbezogenes Lernen“

Diese Skala, welche ebenfalls zu den Konstrukten von Kleickmanns Theorie zu zählen ist (vgl. Kleickmann, 2008), war in den vorangegangenen Unterkapiteln und Analysen noch nie Gegenstand einer genaueren Beschreibung. Deshalb erscheint an dieser Stelle eine kurze Umschreibung der Skala angebracht. Das „Anwendungsbezogene Lernen“ befasst sich in fünf Items mit Aussagen, welche sich mit der Vorstellung auseinandersetzen, welcher zufolge Schülerinnen und Schüler erworbenes Wissen besser, d. h. flexibler anwenden können, wenn im Unterricht Bezüge zum Alltag bzw. zur Lebenswelt der Lernenden hergestellt werden (vgl. Kleickmann 2008, S. 72 ff.). Als Beispielitem sei hier folgendes aufgeführt: „... nur wenn Themen im naturwissenschaftlichen Unterricht in echte Fragestellungen aus dem Alltag eingebunden sind, können die Kinder das erworbene Wissen auch in ‚Alltagssituationen‘ anwenden.“ Solchen und ähnlichen Aussagen hatten die Lehrpersonen zuzustimmen bzw. diese abzulehnen. Dazu standen sechs Ratingstufen (stimme völlig zu bis stimme überhaupt nicht zu) zur Verfügung. Die Mittelwertvarianzanalyse ergab die Werte ($M_{max} = 6.00$), welche in der folgenden Tabelle (vgl. Tab. 96) aufgeführt sind.

Aus der unten stehenden Tabelle (vgl. Tab. 96) wird ersichtlich, dass sich signifikante Unterschiede in einem Vergleich ergeben. Das betrifft hier vor allem die KG. Die KG liefert in zwei Analysen signifikante Unterschiede. Einerseits ist es die Landeszugehörigkeit ($p = .01$, $F_{(1;25)} = 8.98$), welche einen hochsignifikanten Unterschied ausmachen lässt. Die Lehrpersonen der DE_{KG} ($M_{T1} = 4.33$, $SD_{T1} = .79$; $M_{T3} = 4.63$, $SD_{T3} = .65$) erreichen über den ganzen Messzeit-

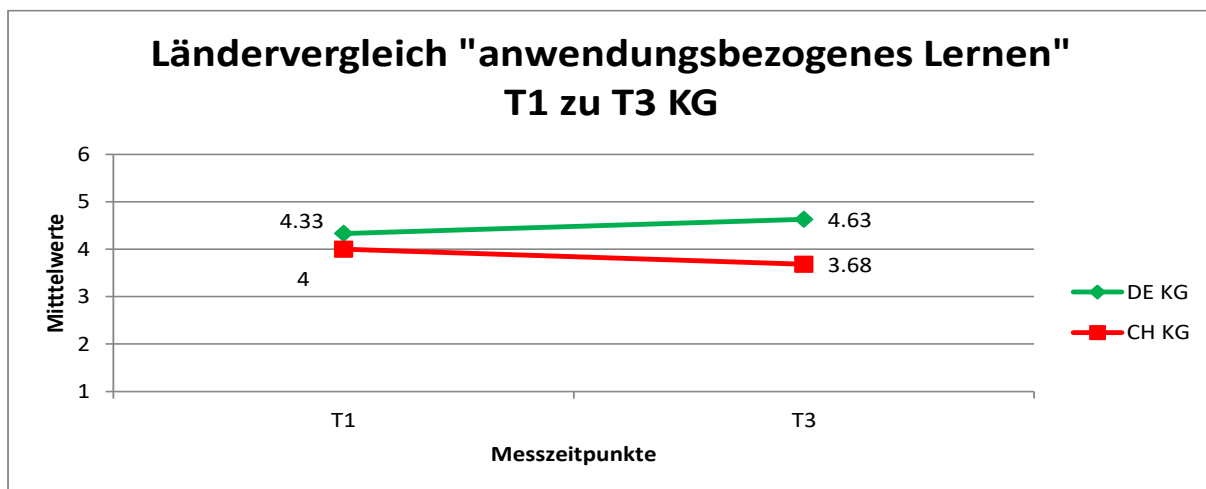
raum eine signifikant höhere Zustimmung zur Skala bzw. den dazugehörigen Items als die Lehrpersonen aus CH_{KG}. ($M_{T1} = 4.00$, $SD_{T1} = .45$; $M_{T3} = 3.68$, $SD_{T3} = .63$). Beide Lehrpersonengruppen starten auf einem ungefähr gleichen Zustimmungsniveau, verändern aber in Richtung T3 ihr Zustimmungsverhalten entgegengesetzt: die DE_{KG} +.30, die CH_{KG} -.32.

Tab. 96: Mittelwertanalyse Skala „Anwendungsbezogenes Lernen“ (Ländervergleich IG_I, IG_{II} und KG)

	<i>N</i>	<i>M_{T1}</i>	<i>SD_{T1}</i>	<i>M_{T2}</i>	<i>SD_{T2}</i>	<i>M_{T3}</i>	<i>SD_{T3}</i>	<i>F</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
DE _{IG I}	8	4.78	.69	4.65	.96	4.73	.82			
CH _{IG I}	10	4.06	.74	4.53	.45	4.01	.47			
Faktor								.87	2;32	.43
Faktor*Land								1.89	2;32	.17
Land								3.94	1;16	.07
DE _{IG II}	8	4.54	.87	4.48	1.15	4.63	1.07			
CH _{IG II}	9	4.04	.38	4.18	.60	4.31	.50			
Faktor								.54	2;30	.54
Faktor*Land								.79	2;30	.79
Land								1.22	1;15	.29
DE _{KG}	12	4.33	.79			4.63	.65			
CH _{KG}	15	4.00	.45			3.68	.63			
Faktor								.06	1;25	.81
Faktor*Land								4.77	1;25	.06
Land								8.98	1;25	.01

Werden die Mittelwerte mittels T-Test analysiert, wird festgestellt, dass sich die beiden Länder zum Messzeitpunkt T3 signifikant unterscheiden ($p = .00$, $df = 25$, $T = 3.64$). Die Grafik in der folgenden Abbildung (vgl. Abb. 52) illustriert die beschriebenen Analysen.

Die Lehrpersonen der DE_{KG} stimmen gegenüber der CH_{KG} dem Konstrukt des anwendungsbezogenen Lernens in höherem Masse zu. Die CH_{KG} hingegen sieht zum Messzeitpunkt T3 nur bedingt, dass aus dem Bezug zum Alltag und den Lebenssituation der Lernenden ein Gewinn beim Wissenszuwachs bzw. Wissensfestigung resultiert.

Abb. 52: Mittelwertveränderung Skala „Anwendungsbezogenes Lernen“ – Ländervergleich KG**Skala „Transmission“**

Da diese Skala in keiner der bisherigen Analyse genauer beschrieben worden ist, geht es an dieser Stelle darum, aufzuzeigen, was Kleickmanns Aussage (2008) mit diesem Konstrukt aussagen wollte.

„Der Lehrperson wird die Aufgabe zugesprochen, Wissen direkt zu vermitteln. Schülerinnen und Schüler werden als passive Rezipienten naturwissenschaftlichen Wissens angesehen. Lehrpersonen mit einer solchen Vorstellung, der oft eine behavioristische orientierte Sichtweise von Lernen zugrunde liegt, betonen die Notwendigkeit des Erklärens von Sachverhalten sowie der Richtigstellung bzw. Korrektur von sachlich nicht angemessenen Aussagen (Fehlern) von Schülern. Diese Vorstellung wird auch als „didactic-oriented“, „traditional“, „knowledge disseminating“ oder „surface approach“ bezeichnet“ (Kleickmann, 2008, S. 72 ff.).

Den Lehrpersonen standen sieben Items aus dem oben beschriebenen Themenkreis zur Zustimmung zur Auswahl. Als Beispielitem dient der folgende Wortlaut: „... Schülerinnen und Schüler benötigen beim Lösen naturwissenschaftlicher Probleme ausführliche Anleitungen, die sie schrittweise befolgen können“ (Kleickmann, 2008, S. 72 ff.). Die folgende Tabelle (vgl. Tab. 97) zeigt die errechneten und analysierten Mittelwerte ($M_{max} = 6.00$) für diese Skala

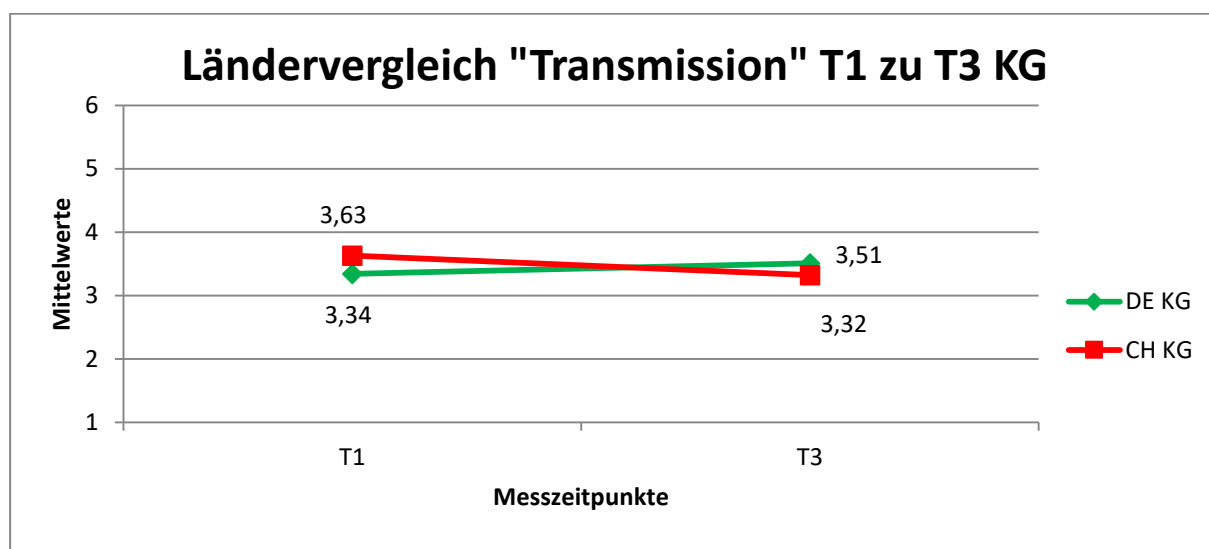
Tab. 97: Mittelwertanalyse Skala „Transmission“ (Ländervergleich IG_I, IG_{II} und KG)

	<i>N</i>	<i>M_{T1}</i>	<i>SD_{T1}</i>	<i>M_{T2}</i>	<i>SD_{T2}</i>	<i>M_{T3}</i>	<i>SD_{T3}</i>	<i>F</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
DE _{IG I}	8	2.89	.65	2.59	.53	2.83	1.00			
CH _{IG I}	10	3.20	.71	3.11	.59	3.29	.85			
Faktor								1.13	2;32	.34
Faktor*Land								.26	2;32	.77
Land								2.05	1;16	.17
DE _{IG II}	8	3.67	.66	3.34	.70	3.36	.43			
CH _{IG II}	9	3.17	.86	3.25	.87	3.19	.68			
Faktor								1.05	2;30	.36
Faktor*Land								1.51	2;30	.24
Land								.67	1;15	.43

	<i>N</i>	<i>M_{T1}</i>	<i>SD_{T1}</i>	<i>M_{T2}</i>	<i>SD_{T2}</i>	<i>M_{T3}</i>	<i>SD_{T3}</i>	<i>F</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
DE _{KG}	12	3.34	.62			3.51	.82			
CH _{KG}	15	3.63	.44			3.32	.75			
Faktor								.36	1;25	.56
Faktor*Land								.76	1;25	.04
Land								.04	1;25	.84

Die Analyse zeigt auf, dass in der KG knapp signifikante Unterschiede in der Entwicklung der Mittelwerte im einzelnen Land auftreten ($p = .04$, $F_{(1;25)} = .76$). Die Entwicklungen der Zustimmung bzw. Ablehnung zur Transmission in den beiden länderspezifischen Kontrollgruppen verlaufen diametral, wie die folgende Grafik (vgl. Abb. 53) zeigt.

Abb. 53: Mittelwertveränderung Skala „Transmission“ – Ländervergleich KG



Die Mittelwerte der DE_{KG} ($M_{T1} = 3.34$, $SD_{T1} = .62$; $M_{T3} = 3.51$, $SD_{T3} = .82$) verzeichnen eine Zunahme (+.17) von T1 zu T3, während die Mittelwerte der CH_{KG} ($M_{T1} = 3.63$, $SD_{T1} = .44$; $M_{T3} = 3.32$, $SD_{T3} = .75$) über den Messzeitraum T1 zu T3 eine Abnahme (-.31) aufweisen. Das bedeutet, dass sich die DE_{KG} im Verlauf der Messzeitdauer T1 zu T3 in der Einstellung zu Transmission anders verhält als die CH_{KG}, heisst: Die DE_{KG} schätzt zu Projektende die Wichtigkeit von transmissivem Unterrichten höher ein als zu Projektbeginn.

Skala „Praktizismus“

Die Skala „Praktizismus“ war, wie im Unterkapitel 4.6.2.1 Gruppenvergleich bereits erwähnt, schon in anderen Unterkapiteln Gegenstand von Detailanalysen. Deshalb sei an dieser Stelle nur noch kurz aufgezeigt, was die inhaltliche Ausrichtung dieser Skala mit ihren sechs Items betrifft. Es geht generell um die Meinung, dass das praktische Tun, beispielsweise Experimente selbst durchzuführen, durchaus ausreicht, um Wissen zu generieren. Die Lehrpersonen hatten Aussagen zu diesem Themenkreis vorliegen, welchen sie in einer sechsstu-

figen Skala zustimmen konnten. Die Tabelle (vgl. Tab. 98) zeigt differenziert auf, welche Werte ($M_{max} = 6.00$) anhand der Varianzanalyse errechnet worden sind.

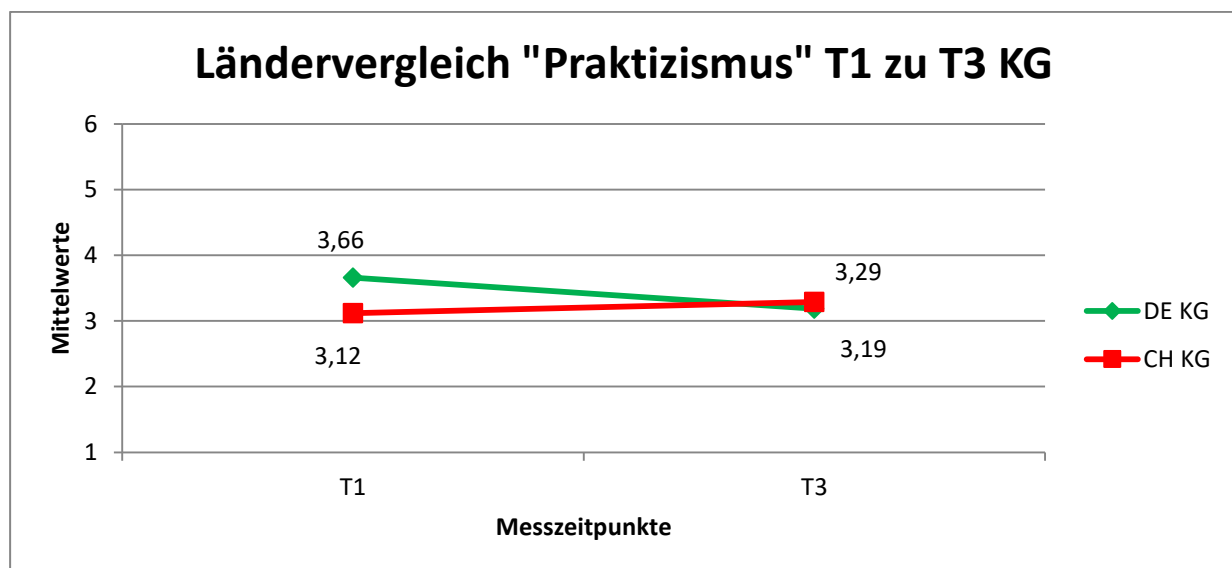
Die Tabelle (vgl. Tab. 98) weist einen signifikanten Unterschied auf. Die Mittelwerte der Skala „Praktizismus“ entwickeln sich bei den Lehrpersonen der beiden Ländergruppen über den gesamten Messzeitraum signifikant unterschiedlich ($p = .00$, $F_{(1,25)} = 12.46$). Eine weitere Analyse mittels des T-Tests zeigt, dass sich einerseits die beiden Untergruppen DE_{KG} ($M_{T1} = 3.66$, $SD_{T1} = .57$) und DE_{CH} ($M_{T1} = 3.12$, $SD_{T1} = .73$) mit ihren Mittelwerten zum Messzeitpunkt T1 signifikant unterscheiden ($p = .04$, $T = 2.08$, $df = 25$), dass sich andererseits auch eine signifikante Veränderung ($p = .01$, $T = 3.00$, $df = 11$) in der DE_{KG} von T1 ($M_{T1} = 3.66$, $SD_{T1} = .57$) zu T3 ($M_{T3} = 3.19$, $SD_{T3} = .88$) einstellt.

Tab. 98: Mittelwertanalyse Skala „Praktizismus“ (Ländervergleich IG_I, IG_{II} und KG)

	<i>N</i>	<i>M_{T1}</i>	<i>SD_{T1}</i>	<i>M_{T2}</i>	<i>SD_{T2}</i>	<i>M_{T3}</i>	<i>SD_{T3}</i>	<i>F</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
DE _{IG I}	8	3.29	.74	3.48	.63	3.46	.84			
CH _{IG I}	10	3.78	.58	3.64	.55	3.27	.90			
Faktor								1.25	2;32	.30
Faktor*Land								3.12	2;32	.06
Land								.26	1;16	.62
DE _{IG II}	8	3.43	.25	3.10	1.23	3.24	.69			
CH _{IG II}	9	3.59	.77	3.44	.81	3.35	.82			
Faktor								2.53	2;30	.10
Faktor*Land								.57	2;30	.57
Land								.44	1;15	.52
DE _{KG}	12	3.66	.57			3.19	.88			
CH _{KG}	15	3.12	.73			3.29	.86			
Faktor								2.77	1;25	.11
Faktor*Land								12.46	1;25	.00
Land								.59	1;25	.45

Die folgende Grafik (vgl. Abb. 54) zeigt diese signifikanten Veränderungen.

Abb. 54: Mittelwertveränderung Skala „Praktizismus“ – Ländervergleich KG



Anhand der Grafik (vgl. Abb. 54) lässt sich erkennen, dass sich die Mittelwerte zum Messzeitpunkt T1 signifikant unterscheiden ($p = .04$, $T = 2.08$, $df = 25$). Ebenfalls erkennbar ist, wie sich die Zustimmungswerte bzw. Ablehnungswerte von T1 zu T3 entwickeln. Die CH_{KG} stimmt zum Messzeitpunkt T3 um $+0.17$ höher zu als zum T1. In der DE_{KG} ist die Abnahme von -0.47 (T1 zu T3) signifikant ($p = .01$, $T = 3.00$, $df = 11$).

Skala „Diskussion von Schülervorstellungen“

Diese Skala war schon an anderer Stelle (vgl. Unterkapitel 4.5.2.1, 4.5.2.2 und 4.6.2.1) detailliert analysiert und beschrieben worden. Deshalb wird an dieser Stelle auf eine breite inhaltliche Darstellung verzichtet und nur grob beschrieben, was die Skala beinhaltet. Inhaltlich geht es darum, dass sich die Schülerinnen und Schüler über ihre Vorstellungen und Deutungen von Naturphänomen untereinander austauschen sollen (vgl. Kleickmann, 2008). Dazu standen den Lehrpersonen fünf Items bzw. Aussagen zur Verfügung, welche in einer sechs-stufigen Ratingskala (stimme völlig zu bis stimme überhaupt nicht zu) bewertet werden mussten. Diese Skala wies bereits beim Gruppenvergleich (vgl. Unterkapitel 4.6.2.1) signifikante Veränderungen auf. Im Ländervergleich ergaben sich die Werte und Daten ($M_{max} = 6.00$), welche in der unten stehenden Tabelle (vgl. Tab. 99) zusammengestellt sind.

Die IG_I wie auch die IG_{II} weisen eine oder mehrere Signifikanzen auf. Bei der IG_I besteht ein hochsignifikanter Unterschied ($p = .00$, $F_{(2;32)} = 6.71$) in der Mittelwertentwicklung über die gesamte Stichprobe ($N = 18$) und alle Messzeitpunkte. Anhand der T-Test-Analyse (vgl. Tab. 106) werden diese signifikanten Unterschiede noch genauer untersucht und beschrieben. Neben dieser signifikanten Mittelwertentwicklung unterscheiden sich die beiden Ländergruppen DE_{IG_I} ($M_{T1} = 5.41$, $SD_{T1} = .58$; $M_{T2} = 5.72$, $SD_{T2} = .43$; $M_{T3} = 5.44$, $SD_{T3} = .58$) und CH_{IG_I} ($M_{T1} = 4.88$, $SD_{T1} = .40$; $M_{T2} = 5.23$, $SD_{T2} = .42$; $M_{T3} = 4.93$, $SD_{T3} = .50$) ebenfalls signifikant ($p = .02$, $F_{(1;16)} = 6.62$). Es fällt auf, dass die Lehrpersonen der DE_{IG_I} auf einem höheren Niveau den Items zustimmen als die Lehrpersonen der CH_{IG_I} . Wie die Mittelwerte und auch die

Grafik in der Abbildung 67 (vgl. Abb. 67) zeigen, erhöht sich das Zustimmungsverhalten von T1 zu T2 in beiden Ländergruppen (in der DE_{IG I} um +.31, in der CH_{IG I} um +.35). Die Thematik, welche mit dieser Skala angesprochen wird, wurde im Rahmen der Fortbildung der IG_I thematisiert und fokussiert. Anhand der Analyse lässt sich konstatieren, dass in dieser Skala die Fortbildung zu einer positiven Veränderung des Zustimmungsverhaltens geführt hat. Die Nachhaltigkeit der Fortbildung kann anhand dieser Skala als negativ bezeichnet werden. In beiden Ländergruppen nimmt das Zustimmungsverhalten von T2 zu T3 ab – in der DE_{IG I} um -.28, in der CH_{IG I} um -.30.

Tab. 99: Mittelwertanalyse Skala „Diskussion von Schülervorstellungen“ (Ländervergleich IG_I, IG_{II} und KG)

	<i>N</i>	<i>M_{T1}</i>	<i>SD_{T1}</i>	<i>M_{T2}</i>	<i>SD_{T2}</i>	<i>M_{T3}</i>	<i>SD_{T3}</i>	<i>F</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
DE _{IG I}	8	5.41	.58	5.72	.43	5.44	.58			
CH _{IG I}	10	4.88	.40	5.23	.42	4.93	.50			
Faktor								6.71	2;32	.00
Faktor*Land								.02	2;32	.98
Land								6.62	1;16	.02
DE _{IG II}	8	4.75	.74	4.91	1.07	5.21	.89			
CH _{IG II}	9	4.94	.53	5.11	.49	5.17	.38			
Faktor								3.60	2;30	.04
Faktor*Land								.64	2;30	.54
Land								.14	1;15	.72
DE _{KG}	12	4.69	.54			4.54	.46			
CH _{KG}	15	4.42	.69			4.62	.61			
Faktor								.05	1;25	.83
Faktor*Land								2.03	1;25	.17
Land								.25	1;25	.62

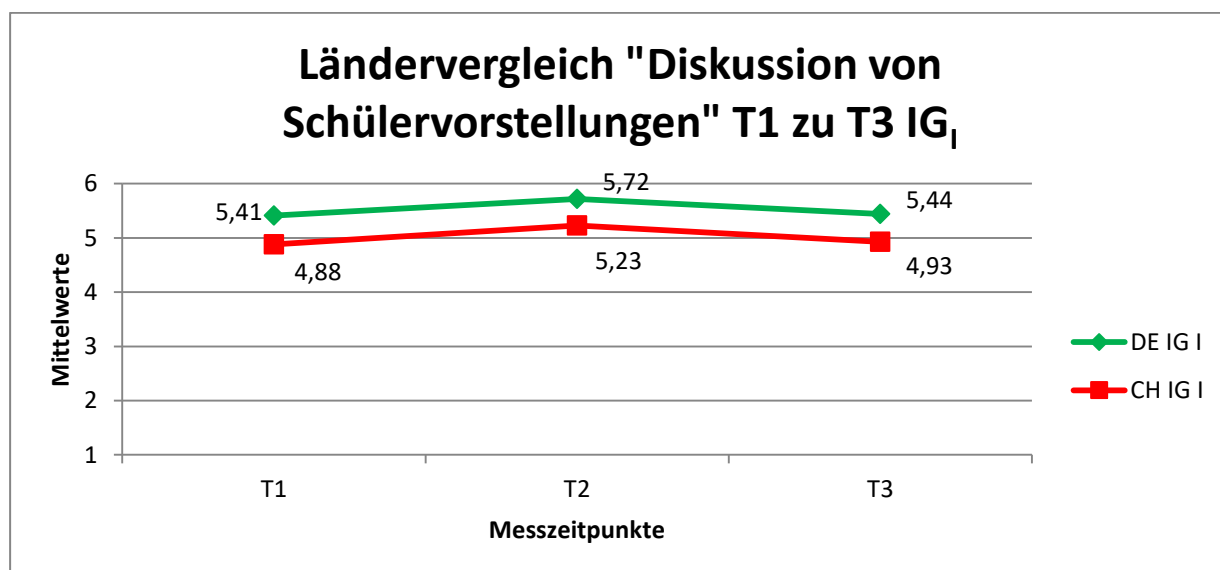
Die nachfolgende Tabelle (vgl. Tab. 100) zeigt die Ergebnisse des T-Tests zum Ländervergleich in der IG_I.

Die Analyse mittels T-Test zeigt, dass sich die Mittelwerte bei beiden Ländergruppen in verschiedenen Messzeiträumen signifikant verändern. In der DE_{IG I} findet die signifikante Veränderung ($p = .03$, $T = 2.83$, $df = 7$) zwischen T2 ($M_{T2} = 5.72$, $SD_{T2} = .43$) und T3 ($M_{T3} = 5.44$, $SD_{T3} = .58$) statt. Die Veränderung bedeutet eine weniger grosse Zustimmung (-.28).

Tab. 100: T-Test für Skala „Diskussion von Schülervorstellungen“ – Ländervergleich IG_I

	<i>N</i>	<i>M_{T1}</i>	<i>SD_{T1}</i>	<i>M_{T2}</i>	<i>SD_{T2}</i>	<i>M_{T3}</i>	<i>SD_{T3}</i>	<i>T</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
DE _{IG I}	8	5.41	.58	5.72	.43			-1.41	7	.19
DE _{IG I}	8	5.41	.58			5.44	.58	-.18	7	.86
DE _{IG I}	8			5.72	.43	5.44	.58	2.83	7	.03
CH _{IG I}	10	4.88	.40	5.23	.42			-2.81	9	.02
CH _{IG I}	10	4.88	.40			4.93	.50	-.45	9	.66
CH _{IG I}	10			5.23	.42	4.93	.50	-2.25	9	.05

In der CH_{IG I} ergeben sich in zwei Messzeiträumen signifikante Veränderungen. Einerseits ist die Mittelwertentwicklung von T1 ($M_{T1} = 4.88$, $SD_{T1} = .40$) zu T2 ($M_{T2} = 5.23$, $SD_{T2} = .42$) signifikant ($p = .02$, $T = -2.81$, $df = 9$). In diesem Messzeitraum erhöht sich das Zustimmungsverhalten (+.35). Andererseits weisen die Messzeiträume T2 ($M_{T2} = 5.23$, $SD_{T2} = .42$) und T3 ($M_{T3} = 4.93$, $SD_{T3} = .50$) eine knapp signifikante Abnahme (-.30) ($p = .05$, $T = -2.25$, $df = 9$) auf. Die unten stehende Abbildung (vgl. Abb. 55) veranschaulicht die oben analysierten Veränderungen grafisch.

Abb. 55: Mittelwertveränderung Skala „Diskussion von Schülervorstellungen“ – Ländervergleich IG_I

Es ist anhand der Grafik einerseits klar ersichtlich, dass sich die beiden Ländergruppen untereinander signifikant unterscheiden. Andererseits zeigt sie die Mittelwertentwicklung in beiden Ländergruppe (CH_{IG I} und DE_{IG I}) über die drei Messzeitpunkte, welche, wie oben analysiert, einige signifikante Abweichungen aufweisen.

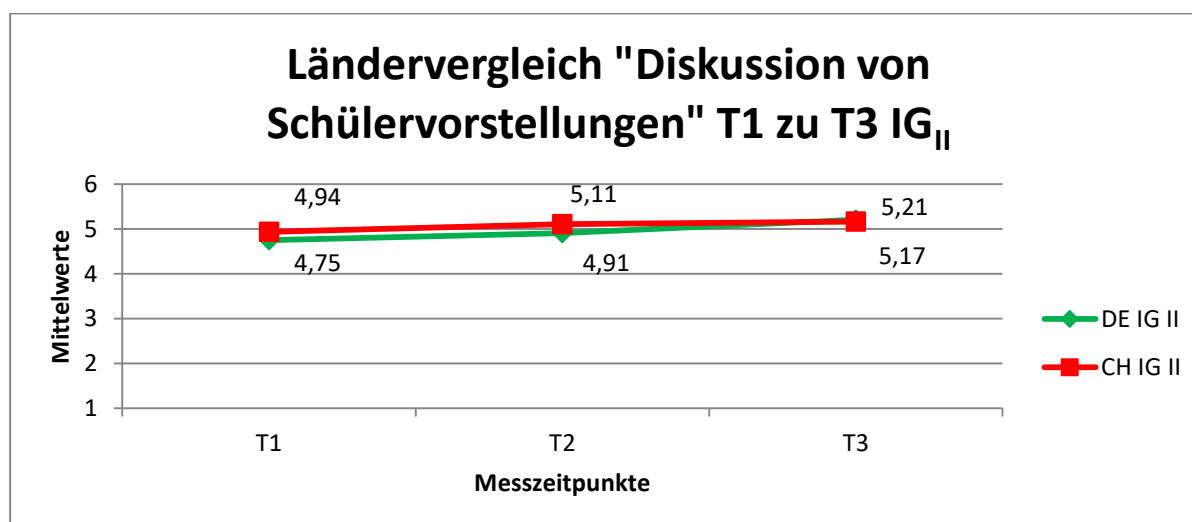
Die IG_{II} weist einen knapp signifikanten Unterschied ($p = .04$, $F_{(2;30)} = 3.60$) in der Mittelwertentwicklung über die gesamte Stichprobe ($N = 17$) und alle Messzeitpunkte auf. Anhand der T-Test-Analyse (vgl. Tab. 101) wird dieser signifikante Unterschied noch genauer untersucht und beschrieben.

Tab. 101: T-Test für Skala „Diskussion von Schülervorstellungen“ – Ländervergleich IG_{II}

	<i>N</i>	<i>M_{T1}</i>	<i>SD_{T1}</i>	<i>M_{T2}</i>	<i>SD_{T2}</i>	<i>M_{T3}</i>	<i>SD_{T3}</i>	<i>T</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
DE _{IG II}	8	4.75	.74	4.91	1.07			-.69	7	.51
DE _{IG II}	8	4.75	.74			5.21	.89	-2.25	7	.05
DE _{IG II}	8			4.91	1.07	5.21	.89	-1.14	7	.29
CH _{IG II}	9	4.94	.53	5.11	.49			-2.02	8	.07
CH _{IG II}	9	4.94	.53			5.17	.38	-1.65	8	.14
CH _{IG II}	9			5.11	.49	5.17	.38	-.45	8	.67

Es wird deutlich, dass sich in der DE_{IG II} zwischen T1 ($M_{T1} = 4.75$, $SD_{T1} = .74$) und T3 ($M_{T3} = 5.21$, $SD_{T3} = .89$), also über den gesamten Messzeitraum, die Mittelwerte knapp signifikant verändern ($p = .05$, $T = -2.25$, $df = 7$). Diese Veränderung entspricht einer Zunahme im Zustimmungsverhalten von +.46.

Die IG_{II} hatte in ihrem Fortbildungsfokus das Fachwissen. Dennoch lässt sich eine positive Veränderung bzgl. der Thematik „Diskussion von Schülervorstellungen“ über alle Messzeitpunkte feststellen. Die Grafik (vgl. Abb. 56) zeigt diese stetige Zunahme in der Zustimmung beider Ländergruppen.

Abb. 56: Mittelwertveränderung Skala „Diskussion von Schülervorstellungen“ – Ländervergleich IG_{II}

Die Analysen der Ländervergleiche über alle Messzeitpunkte ergeben, wie auch die Grafiken zeigen, kein einheitliches Bild. Es sind verschiedene Muster erkennbar: einerseits können in beiden Ländern Zunahmen oder Abnahmen der Mittelwerte über alle Messzeitpunkte hinweg festgestellt werden. Das wären homogene Bilder bzw. Muster. Andererseits präsentieren sich auch heterogene Muster. Das bedeutet zum Beispiel, dass die eine Ländergruppe bei den Mittelwerten eine Zunahme verzeichnet, während bei der anderen Ländergruppe die Mittelwerte sinken. Im folgenden Fazit (vgl. Kapitel 4.6.3) wird ausführlicher auf diesen Befund eingegangen.

4.6.3 Fazit zur Veränderung des Professionswissens von Messzeitpunkt T1 bis T3

Das vorangegangene Kapitel befasste sich mit der Veränderung des Professionswissens über den gesamten Messzeitraum von T1 bis T3. Anhand der Analysen, Beschreibungen, Tabellen und Abbildungen lässt sich ein Fazit ziehen. Es wird unterschieden zwischen den einzelnen Bereichen des Professionswissens: dem Fachwissen und dem fachdidaktischen Wissen. Über die Entwicklung bzw. die Veränderung des pädagogischen Wissens kann keine Aussage gemacht werden, da Einstellungen und Haltungen zum pädagogischen Wissen nur zum Messzeitpunkt T1 abgefragt worden sind.

4.6.3.1 Veränderung des Fachwissens

Die Veränderung des Fachwissens zeichnet ein recht homogenes Bild. Die folgende Tabelle (vgl. Tab. 102) dient als optischer Überblick, wie sich das Fachwissen in den Gruppen bzw. Ländergruppen verändert hat.

Tab. 102: Veränderung des Fachwissens – Überblick

Gruppe / Land	T1	T2	T3
IG _I			
IG _{II}			
KG			
DE _{IG I}			
DE _{IG II}			
CH _{IG I}			
CH _{IG II}			
DE _{KG}			
CH _{KG}			

Die roten Linien stellen negative Veränderungen dar, was sinkende Werte bedeutet, blaue Linien bedeuten positive Veränderungen im Sinne von steigenden Werten.

Das Fachwissen verändert sich und zwar in eine positive Richtung. Die Lehrpersonen aller Gruppen (Interventionsgruppen und Kontrollgruppen), aber auch Ländergruppen weisen im Schnitt zum Messzeitpunkt T3 ein höheres Fachwissen auf. Diese Aussage gilt für den Messzeitraum T1 bis T3.

Wird hingegen noch der Messzeitpunkt T2 für die Entwicklung und Betrachtung dazwischengeschaltet, dann wird festgestellt, dass die IG_I bei den Gruppen und die CH_{IG I} bei den Ländervergleichen nicht kontinuierlich ihr Fachwissen erhöhen. Bei den erwähnten Stichproben nimmt das Fachwissen von T1 zu T2 ab, nimmt aber z. T. signifikant von T2 zu T3 zu. Beide

Stichproben sind jenem Sample zuzuordnen, welches das fachdidaktische Wissen im Fortbildungsfokus hatte.

Jene Lehrpersonen, welche der IG_{II} mit dem Fortbildungsfokus Fachwissen zugeordnet werden können, haben im Schnitt zu jedem Messzeitpunkt einen Wissenszuwachs zu verzeichnen. Daraus kann geschlossen werden, dass die Fortbildung zu diesem Wissenszuwachs beigetragen hat.

Die KG wie auch die Länderuntergruppen DE_{KG} und CH_{KG} zeigen den gleichen Verlauf ihres Fachwissens auf. Das Fachwissen nimmt von T1 bis T3 zu. Diese Zunahme kann jedoch nicht auf die Fortbildung zurückgeführt werden, da diese Gruppe gar keine Fortbildung hatte.

4.6.3.2 Veränderung des fachdidaktischen Wissens

Die Veränderungen des fachdidaktischen Wissens zeichnen ein heterogenes Bild. Insgesamt wurden 14 Skalen, welche dem fachdidaktischen Wissens zugeordnet werden können, mehrmals abgefragt (vgl. Tab. 75).

Bei den Gruppenvergleichen wiesen sechs Skalen signifikante Unterschiede auf, fünf davon in einem Bereich (Faktor⁴⁰, Faktor*Gruppe, Gruppe):

- *Persönliche Einschätzung/Einstellung zum naturwissenschaftlichen Unterricht (Faktor*Gruppe):*
 - *Die Teilnehmenden der IG_{II} verändern ihre persönliche Einstellungen und Einstellungen zum naturwissenschaftlichen Unterricht im Verlauf der Projektdauer positiv.*
- *Motiviertes Lernen (Faktor):*
 - *Die Lehrpersonen, welche in der IG_{II} waren, schenken der Motivation über die drei Messzeitpunkte hinweg eine grössere Beachtung, was sich in den höheren Mittelwerten zeigte.*
- *Entwicklung eigener Deutungen (Gruppe):*
 - *Die IG_I hat durchwegs höhere Zustimmungswerte gegenüber der IG_{II} und KG und setzte den Input aus der fachdidaktischen Fortbildung von T1 zu T2 um. In der praktischen Umsetzung (hin zu T3) sinken die Werte wieder.*
- *Praktizismus (Faktor):*
 - *Die IG_{II} verändert ihr Zustimmungsverhalten im Verlauf der Messzeitpunkte negativ. Das heisst, dass die Mittelwerte sinken. Somit sind Lehrpersonen dieser Gruppe der Meinung, dass nebst dem praktischen Tun durch die Lernenden auch Inputs seitens der Lehrpersonen notwendig sind.*
- *Conceptual Change (Faktor):*
 - *Eine höhere Zustimmung und somit eine grössere Erkenntnis, dass die Lernenden im Umgang mit einem offenen Lernarrangement ihre Konzepte und Vorstellungen verändern, anpassen und optimieren, ist in beiden Interventionsgruppen über alle Messzeitpunkte feststellbar.*

⁴⁰ Unter Faktor ist der Zeitfaktor zu verstehen.

Die Skala „Diskussion von Schülervorstellungen“ wies eine doppelte Signifikanz auf. Einerseits ist eine signifikante Veränderung über die Zeit (Faktor) gegeben. In beiden Interventionsgruppen sind signifikante Unterschiede feststellbar: In der IG_I ist eine Zunahme des Zustimmungsverhaltens von T1 zu T2 und eine Abnahme im letzten Zeitabschnitt T2 zu T3 ersichtlich. Die IG_{II} verzeichnet über alle Messzeitpunkte hinweg eine zunehmende Zustimmung.

Andererseits gibt es signifikante Unterschiede unter den Gruppen. Die IG_I weist gegenüber der IG_{II} zu allen Messzeitpunkten höhere Mittelwerte auf und zeigt somit, dass die Erkenntnis gewonnen wurde, dass die Lernenden ihre Vorstellungen von Lösungen, Lösungsansätzen und Erkenntnissen diskutieren sollten.

Bei den Ländervergleichen sind es deren sieben Skalen, welche signifikante Veränderungen aufweisen. Wiederum fünf unterscheiden sich in einem Bereich (Faktor, Faktor*Land, Land) signifikant:

- *Wichtigkeit Ziele und Wertschätzung im naturwissenschaftlichen Unterricht (Faktor, Land):*
 - *Die beiden Länderkontrollgruppen (DE_{KG} und CH_{KG}) verändern das Zustimmungsverhalten von T1 zu T3 signifikant in die negative Richtung, was bedeutet, dass die Teilnehmenden nach dem Projekt (T3) die Ziele und Wertschätzung im naturwissenschaftlichen Unterricht als weniger wichtig einschätzen.*
 - *In der IG_I zeigt sich, dass die DE_{IG I} signifikant höhere Werte aufweist als die CH_{IG I}. Während die Mittelwerte der DE_{IG I} über alle Messzeitpunkte hinweg konstant bleiben, nehmen die Werte der CH_{IG I} kontinuierlich ab. Das bedeutet, dass die Lehrpersonen der IG_I aus der Schweiz die Wichtigkeit von Messzeitpunkt zu Messzeitpunkt geringer einschätzen als die Kolleginnen und Kollegen aus Deutschland.*
- *Wichtigkeit und Ziele physikalischer Bildung (Land):*
 - *Die Lehrpersonen der DE_{IG I} sehen die Wichtigkeit und die Ziele der physikalischen Bildung während der gesamten Messdauer (T1 bis T3) als signifikant wichtiger an als die Lehrpersonen der CH_{IG I}.*
- *Laissez-faire (Faktor*Land):*
 - *Die Lehrpersonen der DE_{IG I} stimmen gegenüber den Lehrpersonen aus der CH_{IG I} den Aussagen zu „Laissez-faire“ auf höherem Zustimmungsniveau zu. Zudem verändert sich das Zustimmungsniveau innerhalb jeder Ländersubgruppe signifikant. Bei der DE_{IG I} lässt sich eine stetige Zunahme im Zustimmungsverhalten feststellen, bei der CH_{IG I} hingegen ist nach einer Zunahme von T1 zu T2 eine grosse Abnahme in der Zustimmung zu verzeichnen (T2 zu T3).*
- *Anwendungsbezogenes Lernen (Land):*
 - *In dieser Skala zeigen die Lehrpersonen der DE_{KG} ein signifikant höheres Zustimmungsverhalten gegenüber der CH_{KG}. Während die Teilnehmenden der DE_{KG} von T1 zu T3 den Aussagen zum Konstrukt des „Anwendungsbezogenen Lernens“ auf höherem Niveau zustimmen, lehnen die Lehrpersonen der CH_{KG} zum Messzeitpunkt T3 auf tieferem Niveau ab als zu T1.*

- *Transmission (Faktor*Land):*
 - *Die CH_{KG} zeigt von T1 zu T3 gegenüber der DE_{KG} eine signifikante Veränderung im Zustimmungsverhalten. Das Zustimmungsniveau sinkt bei der CH_{KG}, was bedeutet, dass die Wichtigkeit von transmissivem Unterrichten tiefer eingeschätzt wird als zu Projektbeginn.*
- *Praktizismus (Faktor*Land):*
 - *Die DE_{KG} zeigt von T1 zu T3 gegenüber der CH_{KG} eine signifikante Veränderung im Zustimmungsverhalten. Das Zustimmungsniveau sinkt bei der DE_{KG}. Die Lehrpersonen dieser Ländergruppe werten zu Projektende den Einsatz lehrerzentrierter Sequenzen höher, als das eigenständige Erfahren lassen der physikalischen Phänomene durch die Schülerinnen und Schüler.*

Die Skala „Diskussion von Schülervorstellungen“ wies an drei Stellen Signifikanzen auf. Einerseits ist eine signifikante Veränderung über die Zeit (Faktor) gegeben. In den beiden Länderinterventionsgruppen (DE_{IG I}, CH_{IG I} und DE_{IG II}) sind signifikante Unterschiede feststellbar. In der DE_{IG I} ist eine signifikante Abnahme des Zustimmungsverhaltens ersichtlich. Die CH_{IG I} hingegen verzeichnet eine signifikante Veränderung in Form einer Zunahme im Zustimmungsverhalten von T1 zu T2 und eine signifikante Abnahme von T2 zu T3.

Die DE_{IG II} verzeichnet über alle Messzeitpunkte hinweg eine zunehmende Zustimmung, welche sich als signifikant erweist.

Andererseits gibt es signifikante Unterschiede unter den Ländergruppen. Die DE_{IG I} weist gegenüber der CH_{IG I} zu allen Messzeitpunkten signifikant höhere Mittelwerte auf und zeigt somit, dass eine tiefere Erkenntnis, dass die Lernenden ihre Vorstellungen von Lösungen, Lösungsansätzen, Erkenntnissen diskutieren sollen, vorliegt.

Lediglich in zwei Skalen („Diskussion von Schülervorstellungen“ und „Praktizismus“) waren in den Gruppen- wie auch Ländervergleichen signifikante Veränderungen auszumachen.

Werden die Abbildungen (vgl. Abb. 45 ff.) betrachtet bzw. die Tabellen (vgl. Tab. 75 ff.) analysiert, kann festgestellt werden, dass sich ein uneinheitliches Bild zeigt. Es ist nicht immer dasselbe Land oder dieselbe Gruppe, welches/welche beispielsweise die tieferen Werte oder eine grössere Zunahme oder Abnahme verzeichnet. Daraus lässt sich ableiten, dass die Fortbildung, egal ob mit fachdidaktischem oder fachwissenschaftlichem Fokus, in den wenigsten Fällen eine Auswirkung auf das fachdidaktische Wissen hat, obwohl sich in 12 von 15 abgefragten Skalen signifikante Unterschiede bei Gruppen- und/oder Ländervergleichen zeigen (vgl. Tab. 75). Somit konnte die im Unterkapitel 4.2.3 formulierte Vermutung, dass sich die beiden Gruppen bzw. Länder in der Veränderbarkeit des Professionswissens aufgrund der Fortbildung bzw. der Fortbildungsschwerpunkte nicht gross voneinander unterscheiden werden, bestätigt werden.

Auf weitere Aspekte, welche die Fortbildung und die Ergebnisse betreffen, wird im Kapitel 5 näher eingegangen.

4.7 Länderunterschiede

4.7.1 Einleitung

Im Unterkapitel 3.3 wurden die Forschungsfragen und die Subfragen, welcher dieser Arbeit zugrunde liegen, formuliert. Als Zusatzaspekt interessierte die Frage der Länderunterschiede, da sich die vorliegende Forschungsstudie auf ein internationales Projekt bezieht. Im Sinne eines Fazits geht es an dieser Stelle darum, auf die Frage, ob es Länderunterschiede gibt, eine zusammenfassende Antwort zu geben. Einzelne Aussagen und Analysen über Ländervergleiche finden sich bereits in einzelnen vorangegangenen Unterkapiteln des Ergebnisteils (vgl. Unterkapitel 4.2.2.2, 4.4.3, 4.5.1.2, 4.5.2.2, 4.6.1.2, 4.6.2.2).

Für das bessere Verständnis der nachfolgenden Schilderungen sei nochmals erwähnt, dass es sich bei den Ländergruppen um kleine Samples handelt. Das Land Österreich wird aus dem Ländervergleich ausgeschlossen, da es sich um nur 10 Lehrpersonen/Klassen handelt, welche am gesamten Projekt teilgenommen haben. Diese 10 Lehrpersonen verteilen sich nochmals auf die drei Kohorten (vier Lehrperson in IG_I, vier Lehrpersonen in IG_{II} und zwei Lehrpersonen in der KG). In den beiden anderen Ländern, welche letztendlich das Sample für die Analysen zur Frage der Länderunterschiede bildeten, waren die Subgruppen etwas grösser. Deutschland war mit 30 Lehrpersonen vertreten (10 Lehrpersonen in IG_I, 8 Lehrpersonen in IG_{II} und 12 Lehrpersonen in der KG), die Schweiz mit 35 Lehrpersonen (10 Lehrpersonen in IG_I, 10 Lehrpersonen in IG_{II} und 15 Lehrpersonen in der KG).

4.7.2 Fazit: Gibt es Länderunterschiede?

Die Frage nach den Länderunterschieden muss eher verneint und die Antwort differenzierter bzw. im Kontext des Projektes, wie auch der kleinen Stichprobe, betrachtet werden. Die Unterschiede, welche auftreten, sind weder flächendeckend noch vollumfänglich oder konstant und in den wenigsten Fällen signifikant. Das bedeutet: Es kann nicht ausgesagt werden, dass die eine Ländergruppe in einem Teil des Professionswissen durchwegs höhere Mittelwerte bzw. höhere Zustimmungswerte erzielt. Ebenso trifft die Aussage nicht zu, dass sich die eine Ländergruppe in allen Bereichen des Professionswissens über die Messzeitpunkte hinweg anders entwickelt hat als die andere Gruppe. Anhand der unten stehenden Grafiken (vgl. Abb. 57 und Abb. 58⁴¹) wird an zwei Skalen stellvertretend für alle Skalen aufgezeigt, was unter dem beschriebenen Sachverhalt zu verstehen ist.

Es ist klar ersichtlich, dass sich die Mittelwerte der beiden Ländergruppen auf unterschiedlichem Niveau entwickelt bzw. verändert haben. Feststellbar ist auch, dass nicht alle Subgruppen eines Landes sich beieinander befinden. Es gibt Unterschiede in der Mittelwertent-

⁴¹ Damit Übersichtlichkeit und Lesbarkeit besser gewährleistet sind, wurde auf das Setzen der Werte im Diagramm verzichtet. Die Mittelwertskala zeigt aus denselben Gründen bloss einen Ausschnitt aus dem Punkteranking.

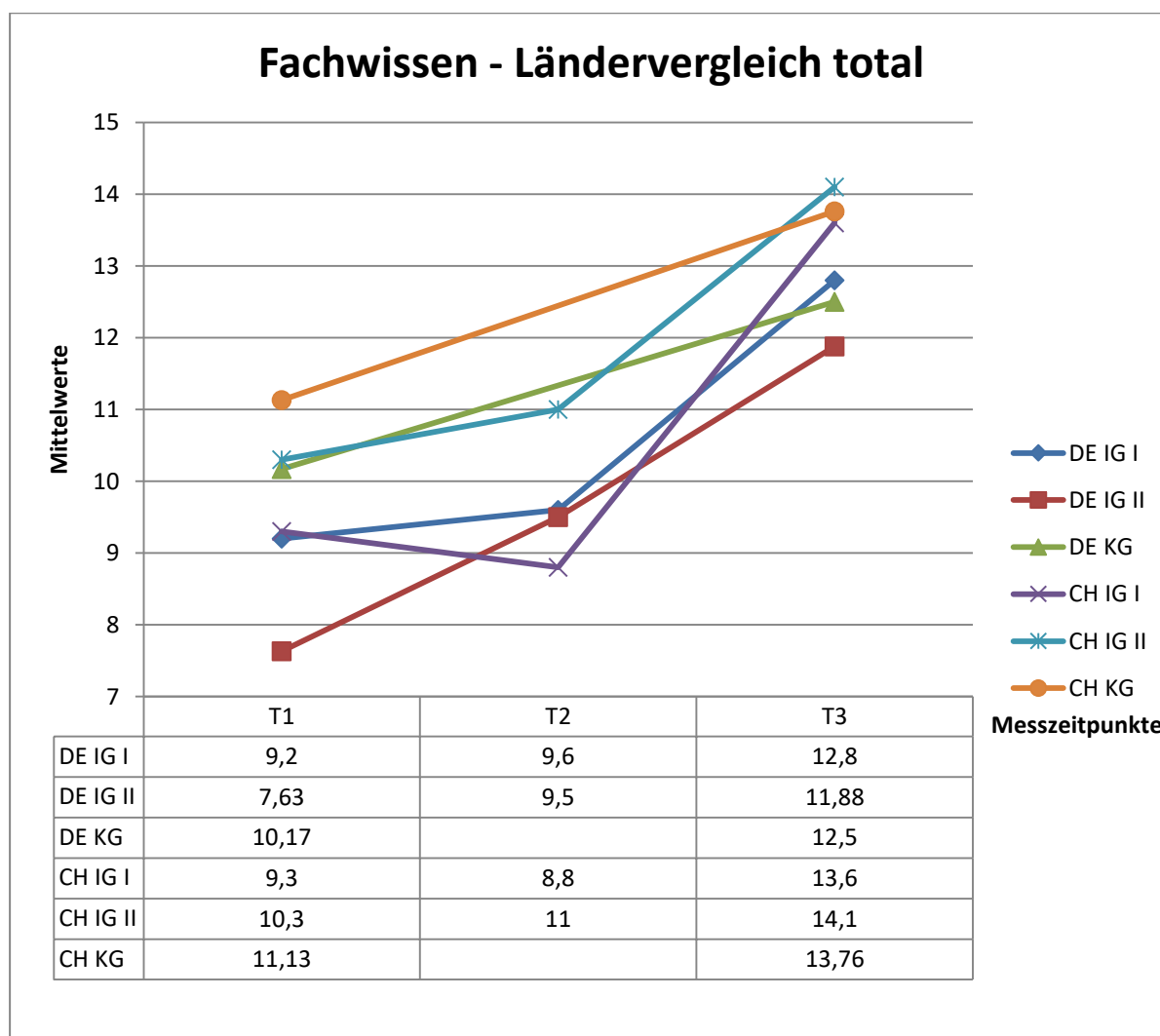
wicklung von T1 zu T3, Unterschiede in den Wertigkeiten des Mittelwertes und Unterschiede über die Höhe des Zuwachses bzw. der Abnahme von Messzeitpunkt zu Messzeitpunkt. Das bedeutet anhand konkreter Aussagen aus der unten stehenden Grafik (vgl. Abb. 57) Folgendes:

Beispiel A): Während die CH_{KG} ($M = 11.13$) mit dem höchsten Mittelwert zu T1 startet und einen Zuwachs bis T3 ($M = 13.76$) von +2.63 erzielt, gibt es andere Subgruppen (z. B. DE_{IG II}, $M_{T1} = 7.63$, $M_{T3} = 11.88$), welche mit einem tieferen Mittelwert zu T1 starten, aber einen Zuwachs bis T3 von +4.25 erzielen.

Die Reihenfolge der Höhe der Mittelwerte zum Messzeitpunkt T1 entspricht nicht der Reihenfolge wie zum Messzeitpunkt T3.

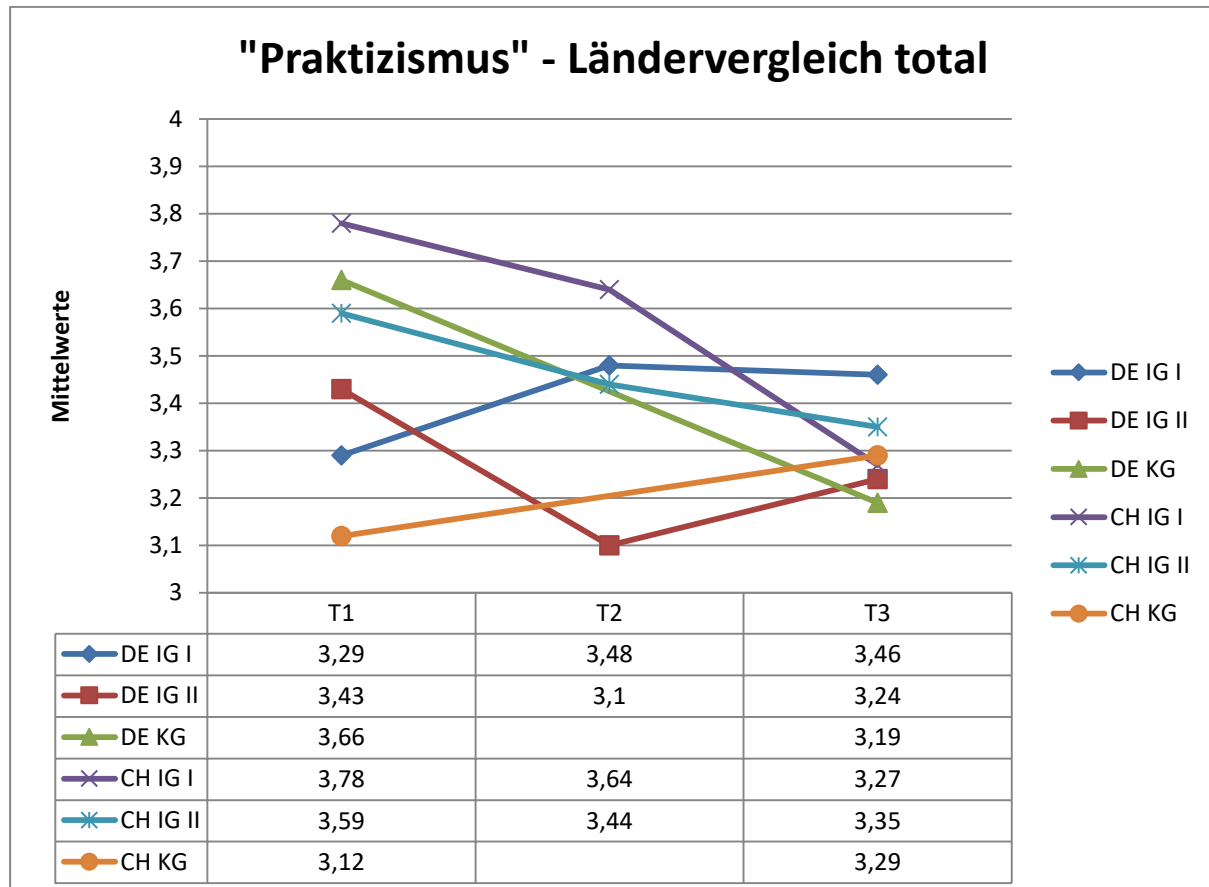
Beispiel B): Die DE_{KG} erzielt zum Messzeitpunkt T1 mit $M_{T1} = 10.17$ den dritten Rangplatz, zum T3 mit $M_{T3} = 12.5$ den vierten Rangplatz.

Abb. 57: Veränderung „Fachwissen“ – Ländervergleich total



Für das fachdidaktische Wissen gelten die identischen Aussagen. Die Grafik mit der Skala „Praktizismus“ (vgl. Abb. 58) steht stellvertretend für diesen Befund und soll zeigen, wie sich die Länderunterschiede im fachdidaktischen Wissen facettenreich darstellen können.

Abb. 58: Veränderung „Praktizismus“ – Ländervergleich total



Es präsentiert sich ein unregelmässiges und uneinheitliches Bild. Keine der Subgruppen hebt sich durch ein konstant hohes Zustimmungsverhalten von den anderen ab. Ebenfalls ist die Richtung der Veränderung nicht durchgehend gleich. In den einen Subgruppen (z. B. CH_{IG I}, DE_{KG}, CH_{IG II}) verändern sich die Mittelwerte über alle Messzeitpunkte hinweg in die negative Richtung (Abnahme der Zustimmung), andere hingegen weisen eine positive Zunahme des Zustimmungsverhaltens auf (z. B. CH_{KG}). Die dritte Möglichkeit, dass sich das Zustimmungsverhalten von T1 zu T2 negativ (z. B. DE_{IG II}) bzw. positiv (z. B. DE_{IG I}) entwickelt und dann von T2 zu T3 positiv bzw. negativ verläuft, ist ebenso vertreten.

Wie im vorangegangenen Unterkapitel 4.7.1 erwähnt, ist die kleine Stichprobe für die einzelnen Subgruppen zu nennen. Die Stichproben variieren zwischen $N = 8$ und $N = 15$. Somit sind diese Ländervergleiche aufgrund der erwähnten Tatsache auch nicht als repräsentativ zu betrachten.

5 Zusammenfassende Betrachtung (Diskussion, Konsequenzen, Ausblick)

Im folgenden Kapitel werden die zentralen Ergebnisse der Untersuchung mit der Fragestellung abgeglichen. Dazu dient das Unterkapitel 5.1. Das Unterkapitel 5.2 diskutiert das methodische Vorgehen und Unterkapitel 5.3 wirft einen Blick auf die Grenzen der Untersuchung. Aufgrund der Inhalte und Beschreibungen in den Unterkapiteln 5.1 bis 5.3 werden im Unterkapitel 5.4 mögliche Konsequenzen skizziert. Den Abschluss der vorliegenden Dissertationsschrift bildet das Unterkapitel 5.5, in welchem ein Gesamtfazit gezogen wird.

5.1 Diskussion der zentralen Befunde

Im Zentrum dieses Unterkapitels steht eine vertiefte Verknüpfung der Ergebnisse (vgl. Kapitel 4) mit der Theorie (vgl. Kapitel 2) und der in Unterkapitel 3.3 formulierten Hypothesen und Fragestellungen. Die Ausgangslage für die vorliegende Arbeit bildet die folgende Fragestellung mit ihren Unterfragen⁴²: *Wie wirkt eine lernprozessorientierte bzw. inhaltsorientierte Fortbildung auf das Professionswissen der Lehrpersonen unter der Bedingung unterschiedlichen Vorwissens?*

Die allgemeine Aussage, dass Fortbildungen eine Wirkung auf das Professionswissen haben, muss differenzierter betrachtet werden. Shulmans Definition von Professionswissen, welche u. a. als theoretische Grundlage dieser Arbeit dient, umfasst drei Wissensdimensionen: das Fachwissen, das fachdidaktische Wissen und das pädagogische Wissen (vgl. Shulman, 1986). Die drei Wissensarten hatten in den angebotenen Fortbildungen unterschiedliche Gewichtungen. So war bei der inhaltsorientierten Fortbildung das Fachwissen, bei der lernprozessorientierten das fachdidaktische Wissen im Fokus. Aspekte des pädagogischen Wissens standen in beiden Fortbildungen nicht im Zentrum der Betrachtung. Demzufolge können nur Aussagen über mögliche Veränderungen bzw. Wirkungen in den Bereichen des fachdidaktischen Wissens und des Fachwissens gemacht werden.

Anhand der im Unterkapitel 3.3 (vgl. Tab. 15) formulierten Subfragen wird nun differenzierter darauf eingegangen.

5.1.1 Erste Subfrage: Verändert sich das Professionswissen durch Fortbildungen?

5.1.1.1 Fachwissen

Wenn von Veränderung und Analyse im Bereich des Fachwissens gesprochen wird, kann davon ausgegangen werden, dass sich die Veränderung in Form von Wissenszuwachs,

⁴² Für die Beantwortung und Diskussion wird das Hauptaugenmerk auf die Gruppenanalysen gelegt. Die Länderanalysen bilden nicht in allen Subfragen einen Schwerpunkt und werden nur dort in die Diskussion einbezogen, wo sie relevant sind.

spricht höheren Testwerten, zeigt. Das richtige Lösen bzw. Beantworten der physikalischen Phänomene und Fragestellungen setzt Fachwissen voraus. Es wurden mehrere Längsschnittanalysen von Gruppen- bzw. Ländervergleichen über zwei oder drei Messzeitpunkte im Bereich des Fachwissens durchgeführt. In der Mehrheit der gemachten Analysen (Gruppen- bzw. Länderanalysen) hat sich eine Veränderung in Form eines Wissenszuwachses ergeben. Dieser Wissenszuwachs zeigt sich darin, dass die Teilnehmenden in den Testheften zum Messzeitpunkt T2 bzw. T3 mehr Aufgabenstellungen richtig gelöst haben als zum vorangegangenen Messzeitpunkt. Dies lässt sich anhand der Datenlage nachvollziehen. In den Analysen kann von einer Langzeitwirkung gesprochen werden, welche durch die Fortbildung angeschoben wurde.

Für die Beurteilung bzw. Beantwortung der ersten Subfrage, gilt es, den Messzeitraum T1 (vor Fortbildung) und T2 (nach Fortbildung) im Fokus haben und zu schauen, wie sich das Fachwissen verändert.

Insgesamt lässt sich feststellen, dass alle Analysen, welche die IG_{II} betreffen, also alle Gruppen oder Subgruppen mit dem Fortbildungsschwerpunkt Fachwissen, zum Messzeitpunkt T2 generell, teils auch signifikant höhere Mittelwerte aufweisen als zum Messzeitpunkt T1. Vor allem die Gesamtinterventionsgruppe IG_{II} weist einen signifikanten Anstieg der Punktzahl auf. Daraus kann abgeleitet werden, dass die im Rahmen des Projektes INTeB durchgeführte Fortbildung mit dem Schwerpunkt Fachwissen, welche der IG_{II} angeboten worden ist, zu einer positiven Veränderung, zu Wissenszuwachs und fachwissenschaftlichem Verständnis im Teilbereich Fachwissen geführt hat.

Ein ähnliches Ergebnis, dass sich das Fachwissen aufgrund von Fortbildung positiv verändert, ergaben die Datenanalysen aus dem Projekt PROfessio des interdisziplinären wissenschaftlichen Zentrums IDeA der Goethe-Universität, Frankfurt. Dieses Projekt arbeitete mit einem ähnlichen Forschungsdesign wie INTeB und stellte nach der Datenerhebung im Anschluss an die Fortbildung in der Analyse fest, dass sich das Fachwissen von pädagogischen Fachkräften im Bereich der Sprachförderung positiv verändert hat (vgl. Schulz et al., 2014).

5.1.1.2 Fachdidaktisches Wissen

Während im Bereich des Fachwissens lediglich Wissensfragen zu den einzelnen Phänomenen des physikalischen Bereichs des Fliegens (leichter als Luft, schwerer als Luft, das Nachoben-Schiessen [vgl. Tab. 23]) beantwortet werden mussten, zeigen sich im Bereich des fachdidaktischen Wissens nebst der Wissensfacette auch noch andere Komponenten.

Wird die Vermittlung fachlicher Inhalte durch die Anregung von Lernprozessen als Kriterium für erfolgreiches Unterrichten angesehen, dann nimmt insbesondere das fachdidaktische Wissen von Lehrpersonen eine entscheidende Rolle ein. Diesem Wissen über die adressa-

tengerechte Aufarbeitung von Inhalten kommt ein zentraler Stellenwert für die Gestaltung kognitiv anregender und motivierender Lerngelegenheiten sowie für das adaptive Bereitstellen individueller und konstruktiver Unterstützungen im Unterricht zu (vgl. Baumert et al., 2006a; Grossmann, 1990). Fachdidaktisches Wissen ist hierbei als diejenige Kombination und Integration von fachspezifischem und pädagogischem Wissen zu verstehen, welche Lehrpersonen dazu befähigt, Fachinhalte gemäss der Interessen und Fähigkeiten von Lernenden in fruchtbare Lerngelegenheiten zu übersetzen (vgl. Shulman 1987, S. 8).

Das fachdidaktische Wissen setzt sich nicht nur aus Wissensfacetten (vgl. Geers et al., 2009) zusammen, sondern wird auch durch Überzeugungen und Werthaltungen beeinflusst (Baumert et al., 2006a). Aus dieser Umschreibung heraus ist eine Auswertung schwieriger, weil beispielsweise eine höhere Zustimmung in einer Skala nicht unbedingt eine positive Veränderung darstellen muss. Diese Aussage soll an zwei Beispielen verdeutlicht werden.

Beispiel A bezieht sich auf die Skala „Diskussion von Schülervorstellungen“: Wenn die Lehrpersonen während der Fortbildung zur Überzeugung gelangen, dass es wichtig ist, dass die Schülerinnen und Schüler ihre während des Experimentierens gemachten Vorstellungen, Beobachtungen, Erkenntnisse gegenseitig austauschen und diskutieren, dann werden die Lehrpersonen dies im Fragebogen bei den entsprechenden Items mit einer grösseren Zustimmung kundtun. Somit wird diese Skala zum Messzeitpunkt T2 höhere Mittelwerte erzielen, was heisst, dass sich die Einstellung in dieser Skala positiv verändert hat.

Beispiel B orientiert sich an der Skala „Transmission“: Die Items bzw. Aussagen in dieser Skala zielen darauf ab, dass die Lehrpersonen im naturwissenschaftlichen Unterricht vorzeigen, erklären und vor dem Experimentieren theoretische Grundlagen und Begrifflichkeiten vermitteln. Ebenso steht im Zentrum, dass die Schülerinnen und Schüler aus den Darstellungen und Erklärungen der Lehrpersonen am besten lernen. Stimmen die Lehrpersonen diesen Aussagen zu, dann erhält diese Skala einen hohen Mittelwert. Gelangen die Lehrpersonen nun zur Einsicht, dass die beschriebenen Aussagen nicht den Königsweg aufzeigen, sondern dass die Schülerinnen und Schüler auch durch eigenes Experimentieren und forschendes Lernen zu Wissenszuwachs und Erkenntnissen kommen können, lehnen sie die Aussagen ab. Somit erfahren die Aussagen niedrigere Mittelwerte, was aus fachdidaktischer Sicht als positiv zu bewerten ist.

Somit wird aufgezeigt, dass auch eine signifikante Abnahme als positive Veränderung zu betrachten ist. Diese Feststellung korrespondiert mit den Ergebnissen, welche Kleickmann in seiner Forschungsstudie mit den entsprechenden Skalen analysiert hat (vgl. Kleickmann, 2008, S. 157 ff.).

Werden bloss die Veränderungen des fachdidaktischen Wissens vom Messzeitpunkt T1 zu T2 betrachtet, ergibt sich folgendes zusammenfassendes Bild. Insgesamt wurden den teilnehmenden Lehrpersonen 13 Skalen aus dem Bereich des fachdidaktischen Wissens zur

Beurteilung bzw. Zustimmung oder Ablehnung unterbreitet. Wie bereits in Unterkapitel 4.5.2 erwähnt und dargestellt (vgl. Tab. 64), weisen nur eine geringe Anzahl der Skalen eine signifikante Veränderung auf. Bei den Gruppenvergleichen IG_I vs. IG_{II} sind es deren drei. Aufgrund der Fortbildungsschwerpunkte müssten sämtliche signifikanten Veränderungen der Interventionsgruppen IG_I zugeschrieben werden können. Was diese signifikanten Veränderungen bedeuten, wird im nachfolgenden Abschnitt für die drei erwähnten Skalen erläutert.

Gruppenvergleiche

In der Skala „Wichtigkeit Ziele und Wertschätzung im naturwissenschaftlichen Unterricht“ unterscheiden sich die beiden Gruppen signifikant. Die Lehrpersonen der IG_I stimmen den Aussagen auf einem höheren Zustimmungsniveau zu als die Lehrpersonen der IG_{II} . Diese Zustimmung auf einem höheren Niveau kommt einer grösseren Wichtigkeit der Ziele und Wertschätzung im naturwissenschaftlichen Unterricht gleich. Dieser Umstand ist nicht auf die Fortbildung zurückzuführen, da der Unterschied schon vor der Fortbildung zum Messzeitpunkt T1 bestand. Die negative Veränderung des Mittelwertes von T1 zu T2 beträgt in beiden Gruppen fast gleich viel ($IG_I = -.06$, $IG_{II} = -.07$) und ist nicht signifikant. Auch dieser Sachverhalt lässt sich nicht mit der Fortbildung begründen.

Diese Skala wurde der Studie „Lernprozessorientierte Fortbildung von Physiklehrern“ (vgl. Trendel et al., 2008) entnommen. Die Daten und Analysen, welche Trendel et al. (2008) erhoben und durchgeführt haben, zeigen ein analoges Bild, wie es sich aus den oben erwähnten Untersuchungen im Projekt INTeB ergeben hat. Die Lehrpersonen, welche an der Fortbildung teilgenommen haben, stimmen den Items aus dem Themenkreis „Wichtigkeit Ziele und Wertschätzung im naturwissenschaftlichen Unterricht“ auf hohem Niveau zu (vgl. Trendel et al., 2008, S. 322 ff.). Die Veränderung des Mittelwertes ist auch in der Studie von Trendel et al. nicht signifikant.

In den Skalen „Conceptual Change“ und „Diskussion von Schülervorstellungen“ zeigen sich die Signifikanzen im Faktor Zeit. Das bedeutet, dass die Veränderung von T1 zu T2 signifikant ist. Bei der Skala „Conceptual Change“ zeigt die IG_I eine signifikante positive Veränderung von T1 zu T2 von $p = .02$. Diese Veränderung der Einstellung zu Conceptual Change könnte der Fortbildung zugesprochen werden, da dies im Fortbildungsfokus fachdidaktisches Wissen thematisiert worden war.

Die Mittelwertveränderung von T1 zu T2 bei der IG_{II} ist knapp signifikant ($p = .04$). Die IG_{II} hatte als Fortbildungsschwerpunkt das Fachwissen. Das kann heissen, dass vertiefte fachwissenschaftliche Kenntnisse zu veränderten Einstellungen, zu einer anderen Sichtweise oder zum Umdenken im fachdidaktischen Bereich führen können.

Eine weitere Vermutung kann lauten, dass nicht der Fortbildungsschwerpunkt (Fachwissen oder fachdidaktisches Wissen) den Ausschlag zu einer signifikanten positiven Veränderung geben kann, sondern andere Elemente, welche im Verlauf der Fortbildung Inhalt waren. Zu

denken wäre hier an die Sequenz, in welcher die Teilnehmenden beider Fortbildungen die Lernstationen des mobilen Lernarrangements kennenlernten bzw. die Stationen ausprobieren. In dieser Sequenz standen das eigene handelnde Tun und der Austausch mit andern Teilnehmenden im Zentrum. Dieses handelnde Tun kann zu einer Erweiterung der Lehrerkognition führen (vgl. Lipowsky, 2010). Ähnlich gelagerte Fortbildungen und Studien wie INTeB zeigten, dass die Fortbildungsteilnehmenden im Bereich „Conceptual Change“ deutlich höhere Ergebnisse erzielten, nachdem sie in der Fortbildung konkret mit dem Lerngegenstand arbeiten konnten (vgl. Heran-Dörr, 2007).

Eine eindeutige Zuweisung bzw. Auswirkung der Fortbildung zeigt sich innerhalb der Skala „Diskussion von Schülervorstellungen“. Hier ergibt sich nur bei der IG₁ eine signifikante Mittelwertveränderung von $p = .01$. Dies bedeutet, dass nur die Fortbildung mit dem Fokus fachdidaktisches Wissen seine Wirkung zeigt. Der Inhalt dieser Skala war ein zentrales Thema in der Fortbildung der IG₁. Er war eingebettet in die Thematik „Tiefenstruktur des naturwissenschaftlichen Arbeitens“ bzw. „Tiefenstruktur des allgemeinen Problemlösens“ nach Oser und Baeriswyl (vgl. Tab. 12). Die Tiefenstruktur des naturwissenschaftlichen Arbeitens diente als theoretische Grundlage für die Erarbeitung der Grundsätze für die Lernbegleitung (vgl. Tab. 13).

Anhand dieser Schilderungen im Abschnitt „Gruppenvergleich“ wird ersichtlich, dass nicht der Fortbildungsschwerpunkt allein den Ausschlag für eine signifikante Veränderung geben kann. Wie oben bei der Skala „Conceptual Change“ beschrieben, kann es durchaus sein, dass andere Faktoren (Fachinput, informelle Gespräche unter den Fortbildungsteilnehmenden, Ausprobieren von Lernstationen aus dem mobilen Lernarrangement, eigene Reflexion während der Fortbildung, ...) zu einer anderen Sichtweise führen können.

Die oben skizzierten signifikanten Veränderungen sind bis auf eine Ausnahme in Skalen anzutreffen, welche der Studie „Zusammenhänge fachspezifischer Vorstellungen von Grundschullehrkräften zum Lehren und Lernen mit Fortschritten von Schülerinnen und Schülern im konzeptuellen naturwissenschaftlichen Verständnis“ (vgl. Kleickmann, 2008) entlehnt worden sind. Die innerhalb des Projektes INTeB gemachten und in der vorliegenden Arbeit beschriebenen Befunde, entsprechen weitgehend den Aussagen und Befunden, welche Kleickmann zu seinen untersuchten Vorstellungen macht (vgl. Kleickmann, 2008, S. 168 ff.). Dies bezieht sich auf das veränderte Zustimmungs- bzw. Ablehnungsverhalten der Lehrpersonen auf die einzelnen Skalen. Wie sich dieses veränderte Lehrerverhalten auf das Lernverhalten bzw. die Lernfortschritte der Schülerinnen und Schüler auswirkt, wird in der vorliegenden Studie nicht erforscht und somit kann in diesem Punkt auch kein Vergleich zur Studie von Kleickmann hergestellt werden.

Insgesamt gesehen, muss festgestellt werden, dass die Fortbildung mit dem fachdidaktischen Fokus nur in drei Skalen zu signifikanten Veränderungen im fachdidaktischen Wissen geführt hat.

Fazit erste Subfrage: Verändert sich das Professionswissen durch Fortbildungen?

Die Aufteilung der Antwort in die drei Teilaspekte ist zwingend. Das Fachwissen kann mit entsprechenden Fortbildungsinhalten in eine positive Richtung verändert werden, weil mehrheitlich Wissensaspekte im Zentrum stehen. Lipowsky und Rzejak (2012) gehen von der Grundannahme aus, dass alle Professionalisierungsmassnahmen, dazu gehört u. a. die Fortbildung, wirksam sind bzw. eine positive Wirkung zeigen. Fachwissens-aneignung, als Teil der Lehrerkognition (vgl. Lipowsky, 2010), durch Fortbildung ist meistens von positiver Veränderung, sprich einem Wissenszuwachs begleitet. Fachwissenserweiterung dient als Horizonterweiterung der Lehrperson und kann durchaus ohne weitere Kontextmerkmale des beruflichen Umfeldes wirksam genutzt werden (vgl. Lipowsky, 2010).

Beim fachdidaktischen Wissen ist dies schwieriger, weil der Kern von Fachdidaktik sich neben Wissen auch aus Haltungen und Einstellungen zusammensetzt. Für einen Transfererfolg und Nachhaltigkeit (vgl. Huber, 2009a) in dem Bereich der fachdidaktischen Anliegen spielt der Faktor Zeit eine gewichtige Rolle, da es sich vorwiegend um Veränderungsprozesse handelt. Um das Neue anzuwenden, auszuprobieren, im Unterricht einzusetzen und ins Lehrerhandeln zu integrieren, braucht es Kontextmerkmale (vgl. Lipowsky, 2010), wie die praktische Erprobung im Unterricht bzw. unterrichtspraktisches Handeln (vgl. Carpenter et al. 1989). Eine Fortbildung in diesem Bereich kann als Input gesehen werden, welcher einen Veränderungsprozess in Gang setzt.

5.1.2 Zweite Subfrage: Welcher Fortbildungsfokus hat welche Auswirkungen?

Absicht und Hypothese bei der Konzeption des Forschungsdesigns und der Fortbildung war, dass die zwei Interventionsgruppen unterschiedliche Fortbildungsinhalte vermitteln bekommen, damit sich auf diese Weise im vermittelten Fokus Veränderungen einstellen würden. Stand bei der ersten Subfrage die direkte Auswirkung der Fortbildung (Messzeitpunkt T2) im Fokus, wird in dieser zweiten Subfrage die Langzeitwirkung, was dem Messzeitraum T2 zu T3 entspricht, angesprochen.

Zu jedem der drei Messzeitpunkte (T1, T2, T3) standen folgende Messinstrumente zur Verfügung:

Für die Erfassung des Fachwissens: Fragebogen bzw. Testheft mit fachwissenschaftlichen Situationsbeschreibungen aus dem Bereich des physikalischen Phänomens des Fliegens; für das fachdidaktische Wissen: Fragebogen mit Items zu Einstellungen und Haltungen im naturwissenschaftlichen Unterricht. Andererseits wurden nebst der quantitativen Erhebung in

den erwähnten Bereichen auch qualitative Elemente, wie Leitfadeninterviews und Videografie⁴³, eingesetzt.

Der Bereich des pädagogischen Wissens wurde nur zum Messzeitpunkt T1 mittels Fragebogen erfasst und keiner Langzeituntersuchung unterzogen.

Konkret bedeutet das: Die Interventionsgruppe I (IG_I) hatte das fachdidaktische Wissen im Fokus (Detailbeschreibung vgl. Unterkapitel 3.2.1.2). Die Inhalte zielten darauf ab, dass die teilnehmenden Lehrpersonen ihr didaktisches Handeln reflektieren und sich in fachdidaktischen Fragestellungen Neuem gegenüber offen zeigen. Neu bzw. sich Neuem gegenüber zu öffnen, bedeutet: Einlassen auf das Unterrichten mit einem mobilen Lernarrangement, sich der Rolle der Lernbegleitung bewusst werden, diese auch einnehmen und allenfalls von der bisherigen Lehrerrolle loslösen sowie die Schülerinnen und Schüler experimentieren, sich austauschen und eigene Konzepte erstellen lassen. Die angestrebte Veränderung, das persönliche Überprüfen von Einstellungen und Haltungen wurde, wie oben erwähnt, mehrdimensional erfasst.

Dass sich die signifikanten Veränderungen im Anschluss an die Fortbildung (Messzeitpunkt T2) im Bereich des fachdidaktischen Wissens für die IG_I nur in einem kleinen Rahmen abgespielt haben, wurde in Unterkapitel 5.1.1 beschrieben.

Die Fortbildung der Interventionsgruppe II (IG_{II}) stand im Zeichen des Fachwissens (Detailbeschreibung vgl. Unterkapitel 3.2.1.3). Den teilnehmenden Lehrpersonen wurde das physikalische Fachwissen vermittelt, auf welchem die Lernstationen im mobilen Lernarrangement basieren. Ziel war, dass die Lehrpersonen fachwissenschaftlich kompetent sind und den Schülerinnen und Schülern auf Anfrage richtige physikalische Erklärungen zu den Phänomenen des Fliegens geben können. Das Forschungsdesign sah einen fachwissenschaftlichen Test zu Beginn (T1), nach der Fortbildung (T2) und nach dem Einsatz des mobilen Lernarrangements in der Klasse vor (T3).

Die Fortbildung der IG_{II} zeigte eine andere Wirkung als diejenige der IG_I. Es ergaben sich signifikante Veränderungen im Messzeitraum T1 und T2, wie es bereits unter 5.1.1 beschrieben worden ist. Das Fachwissen verändert sich bei der IG_{II} signifikant positiv, was heisst, dass sich zum Messzeitpunkt T2 deutlich höhere Messwerte zeigen als zum Messzeitpunkt T1. Somit hat die Fortbildung in einem Bereich des Professionswissens, in jenem des Fachwissens, bei der IG_{II} zu einer positiven Veränderung geführt.

Beleuchtet wurde bis jetzt nur die unmittelbare Auswirkung der Fortbildung, also der für die Forschungsfrage relevante Messzeitraum T1 und T2. Im Anschluss an die Fortbildung stand die praktische Arbeit mit der Klasse auf dem Programm. Nach der praktischen Arbeit, dem

⁴³ Die Verwendung und Auswertung dieser Daten dienen anderen Arbeiten als Grundlage.

Einsatz des mobilen Lernarrangements, wurden die Lehrpersonen nochmals mittels Fragebogen befragt (T3). Es interessiert die Frage, ob die Fortbildung im Sinne der Nachhaltigkeit längerfristige Auswirkungen hat, was bedeuten würde, dass sich die Werte von T2 zu T3 nochmals verändern oder stabil bleiben würden. Aufgrund der von Lipowsky und Rzejak (2012) zur Wirksamkeit von Fortbildungen propagierten und beschriebenen Abfolge von Input-, Anwendungs-/Erprobungs- und Reflexionsphasen müssten sich zum Messzeitpunkt T3 Veränderungen feststellen lassen.

Die Analysen des fachdidaktischen Wissens im Gruppenvergleich ergaben, dass im Messzeitraum T2 zu T3 die IG_I mit dem Fortbildungskoskus fachdidaktisches Wissen wie auch die IG_{II} mit dem Fortbildungsfokus Fachwissen in den fachdidaktischen Fragestellungen nur wenige signifikante Veränderungen aufwiesen.

Dies unterstreicht die Feststellung, welche bereits bei der ersten Subfrage (vgl. 5.1.1) geschildert worden ist, dass nicht nur der eigentliche Fortbildungsfokus zu einer Veränderung beitragen kann, sondern weitere Kontextmerkmale (vgl. Lipowsky, 2010) ihren Einfluss auf Veränderungen haben. Beispiel: In einer Skala (Diskussion von Schülervorstellungen bei der IG_I) zeigt sich, dass nach der Fortbildung (Messzeitpunkt T2) eine signifikante Zunahme im Zustimmungsverhalten ausgewiesen wird ($p = .01$). Dies lässt sich mit der Theorie (Tiefenstruktur des naturwissenschaftlichen Arbeitens bzw. Tiefenstruktur des allgemeinen Problemlösens nach Oser und Baeriswyl), welche anlässlich der Fortbildung vermittelt worden ist, begründen. Vom Messzeitraum T2 zu T3 verändert sich das Zustimmungsverhalten bei den Lehrpersonen der IG_I wiederum signifikant ($p = .03$). Die Kontextbedingungen (vgl. Lipowsky, 2010) können entsprechend dazu beigetragen haben, dass die Mittelwerte bzw. das Zustimmungsverhalten sich signifikant negativ verändern.

Im Bereich des Fachwissens zeigt sich, dass beide Interventionsgruppen unabhängig von ihrem Fortbildungsfokus hochsignifikant an Fachwissen zugelegt haben. Die IG_{II} weist von den Messzeitpunkten T2 zu T3 hochsignifikante Veränderungen ($p = .00$) in die positive Richtung aus (die Veränderung von T1 zu T2 war ebenfalls signifikant positiv ($p = .00$ [vgl. 4.5.1])). Für die IG_I zeigen sich im Messzeitraum T2 zu T3 auch hochsignifikante ($p = .00$) Veränderungen in die positive Richtung. Der einzige Unterschied gegenüber der IG_{II} besteht darin, dass die Mittelwertentwicklung im Bereich des Fachwissens bei der IG_I von T1 zu T2 weder positiv noch signifikant war (vgl. 5.1.1).

Fazit zweite Subfrage: Welcher Fortbildungsfokus hat welche Auswirkungen?

Aus den oben stehenden Schilderungen lässt sich die Schlussfolgerung ableiten, dass der Fortbildungsfokus keinen allgemeingültigen Einfluss auf die Veränderung des Professionswissens einer bestimmten Subgruppe hat. Das bedeutet auch, dass die Hypothese H₀ Gültigkeit hat und H₁ verworfen werden muss. Der Fortbildungsfokus Fachdidaktik verändert nicht nur in der IG_I das fachdidaktische Wissen. Auch in der IG_{II} sind Veränderungen, ob po-

sitiv (höhere Zustimmung) oder negativ (geringere Zustimmung) erkennbar. Dies lässt sich ebenso für den Fortbildungsfokus Fachwissen nachvollziehen. Wie beschrieben, verändert sich das Fachwissen in beiden Gruppen (IG_I und IG_{II}) innerhalb des gesamten Messzeitraumes signifikant in die positive Richtung. Gemäss Huber (2009b) leistet jede Fortbildung einen Beitrag zur Professionalisierung. Die Auswirkungen und die Wirksamkeit hängen von der inhaltlichen Konzeption der Fortbildung (vgl. Huber, 2009b), aber auch von der strukturellen Fortbildungsgestaltung und der aktiven Einbindung der Lehrpersonen in das Fortbildungsdesign ab (vgl. Jäger et al., 2007). Aufgrund der positiven Rückmeldungen beider Gruppen zu Fortbildungen (vgl. Unterkapitel 4.2) kann davon ausgegangen werden, dass die innerhalb des Projektes INTeB durchgeführten Fortbildungssequenzen einen wesentlichen Beitrag zur Professionalisierung der teilnehmenden Lehrpersonen geleistet haben. Auch wenn sich kaum signifikante Forschungsergebnisse vor allem im Bereich von Veränderungen im fachdidaktischen Wissen zeigen, heisst das nicht, dass die Fortbildungen nutzlos waren. Das Phänomen, dass die Fortbildung als positiv und gewinnbringend gewertet wird, wie dies im Projekt INTeB der Fall war, und die starke signifikante Veränderung sich dennoch nicht einstellt, ist weitverbreitet. Scholz (2010) hat in einer betriebswirtschaftlichen Studie diese Frage untersucht und ist zu dem Schluss gekommen, dass Zufriedenheit und Lernerfolg nicht miteinander einhergehen. Die Begründungen liegen in einem ähnlichen Argumentationsbereich (inhaltliche Konzeption und Struktur der Fortbildung, aktive Einbindung der Teilnehmenden während der Fortbildung), wie sie von Huber (2009b) dargelegt wurden.

5.1.3 Dritte Subfrage: Wie sind die Fortbildungen im Zusammenhang mit einer möglichen Veränderung des Professionswissens zu bewerten?

Die Analyse und Bewertung der Fortbildung bzw. einzelner Fortbildungssequenzen oder -schwerpunkte orientierte sich an den Ansatzpunkten für Fortbildungsevaluation, wie sie beispielsweise Reischmann (2001) propagiert hat:

- **Meinung** (*Wie beurteilen Nutzer das Angebot?*),
- **Können** (*Was wissen/können die Nutzer danach?*),
- **Anwendung** (*Was tun die Nutzer in der Praxis?*),
- **Wirkung** (*Wurde die Praxis wunschgemäss verändert?*).

Die Teilnehmenden der Fortbildungen, welche im Rahmen des Projektes INTeB durchgeführt wurden, konnten bzgl. der erwähnten Ansatzpunkte zum Messzeitpunkt T2 adäquat Stellung beziehen und von Wissens- und Kompetenzzuwächsen bzw. Veränderungen der Unterrichtspraxis (vgl. Garet et al., 2001, S. 918) berichten (vgl. Unterkapitel 4.2.1).

Da für die vorliegende Studie im Bereich der Fortbildungsbeurteilung nicht alle Items relevant waren, wurde nicht die ganze Fortbildung analysiert (vgl. Unterkapitel 4.2), sondern der Fokus auf den Bereich „Neues gelernt“ gelegt. Beide Interventionsgruppen haben in unterschiedlichen Ausprägungen deklariert, dass sie durch die Fortbildung Neues gelernt hätten.

Die im Unterkapitel 4.2.3 vorgenommene Kategorisierung der erfragten Items dient dazu, zu schauen, ob die fortbildungsspezifischen Items einer Interventionsgruppe einerseits in der Fortbildungsbeurteilung eine signifikante Rolle spielen und andererseits, ob die Ergebnisse der Datenauswertung mit der Fortbildungsbeurteilung im Einklang sind.

Wie bereits im Unterkapitel 4.2.2.1 beschrieben, haben die Teilnehmenden der IG_{II} beim Item „Physikalisches Grundwissen“ gegenüber der IG_I einen höheren Mittelwert erzielt und somit bekundet, dass sie in diesem Bereich einiges dazugelernt hätten. Dies zeigt sich dann auch in den Mittelwertvergleichen beim Fachwissenstest, wo die IG_{II} nach Abschluss der Fortbildung (Messzeitpunkt T2) einen signifikant höheren Mittelwert aufweist als zum Messzeitpunkt T1. In diesem Fall korreliert die Bewertung der Fortbildung mit der Datenanalyse der Fragebogen.

Die Mittelwerte des Items „Vorkonzepte und Vorstellungen der Kinder zum Thema Fliegen“ unterscheiden sich zwischen den beiden Interventionsgruppen knapp signifikant ($p = .05$, $F_{(1;44)} = 3.88$). Dieses Item ist inhaltlich der Interventionsgruppe mit dem Fortbildungsschwerpunkt fachdidaktisches Wissen zuzuordnen. Die Teilnehmenden der IG_I bewerten dieses Item knapp signifikant höher als die Teilnehmenden der IG_{II}. In den Fragebogen wurde in der Skala „Conceptual Change“ die Thematik der Vorkonzepte thematisiert und abgefragt. Die IG_I hat in dieser Skala bei den Mittelwertvergleichen von T1 zu T2 eine signifikante positive Veränderung erreicht ($p = .02$, $T = -2.55$, $df = 23$).

Diese beiden Beispiele zeigen, dass ein Zusammenhang zwischen der Fortbildungsbeurteilung bezogen auf „Neues gelernt“ und einer Veränderung im Antwortverhalten in den Fragebogen gegeben sein kann.

5.1.4 Fazit: Auswirkung von Fortbildungen auf das Professionswissen

Wie die Ausführungen in den vorangegangenen Abschnitten aufzeigen, muss von einer undifferenzierten Zustimmung, dass eine Fortbildung das Professionswissen wirksam verändere, Abstand genommen werden. Dies bedeutet, dass die Hypothese H₀ dieser Subfrage Gültigkeit hat. Gemäss Bonsen (2010) liegt der Hauptgrund für die Schwierigkeit, die Wirksamkeit von Lehrerfortbildung belegen zu können, vor allem in der grossen Bandbreite und der Mehrschichtigkeit von Faktoren des Lehrerhandelns. Da das Handeln von Lehrpersonen von einer Vielzahl von (Rahmen-)Bedingungen (z. B. örtliche Situation, Infrastruktur, Finanzen, Schulleitung) (vgl. Reusser/Pauli, 2003) beeinflusst wird, lässt sich dessen simultane Erfassung und Kontrolle kaum im eigentlich notwendigen Ausmass realisieren. Veränderung von Professionswissen aufgrund von Fortbildung bedeutet auch, dass Wissenserwerb von Neuem stattfindet. Damit dieses neue Wissen, welches bei der Fortbildung vermittelt wird, auch als Wissenserwerb integriert werden kann, braucht es eine Anknüpfung an bestehendes Vorwissen und eine Transferleistung in den Alltag (vgl. Steiner, 2006). In den Fortbildungen innerhalb des Projektes INTeB wurde versucht, die Teilnehmenden mit der Messung T1 in

ihrem Vorwissen zu aktivieren und mittels der vermittelten Inhalte auf die Umsetzung und den Transfer in den Unterrichtsalltag vorzubereiten. Kaiser (2003) propagierte anhand des Projektes SeLK⁴⁴ Bedingungen, welche für eine erfolgreiche Vermittlung von Professionswissen und eine entsprechende Nachhaltigkeit relevant sind. So ist für die Erzielung einer optimalen Wirkung das Vermitteln von Wissen am Beispiel praxisnaher Situationen (vgl. Kaiser, 2003) relevant. Die fachdidaktische wie auch fachwissenschaftliche Arbeit an den Lernstationen des mobilen Lernarrangements wurde dem Anspruch einer erfolgreichen Vermittlung von Professionswissen gerecht. Weiter schreibt Kaiser (2003, S. 57) „... da aber das handlungsorientierte und praxisnahe Setting nicht ausreicht, sind Begleitmassnahmen wie Reflexionsseminare, Coachingsequenzen und/oder kollegiale Supervision erforderlich oder mindestens wünschbar ...“. Das Projektdesign (vgl. Anhang VII) sah vor, die Lehrpersonen während der Unterrichtsphase in einer Sequenz durch ein Coaching⁴⁵ zu unterstützen. Der Coachingablauf gestaltete sich so, dass Coach und Lehrperson zusammen im Anschluss an die besuchte Unterrichtssequenz die Lektionsvorbereitung und die Lektionsdurchführung reflektieren. Dabei bestand auch die Möglichkeit, Fragen, Schwierigkeiten und Problemstellungen, welche im Verlaufe des Unterrichtens mit dem mobilen Lernarrangement aufgetreten sind, zu besprechen.

Ein im weitesten Sinne mit der vorliegenden Forschungsstudie aus dem Projekt INTeB vergleichbares Forschungsdesign zeigt sich in einer deutschen Studie über die lernprozessorientierte Fortbildung von Physiklehrpersonen. Beruhend auf der Annahme, dass der Physikunterricht eindimensional geführt werde (vgl. Trendel et al., 2008) bzw. sich auf Fachinhalte fokussiere und das physikalische Wissen ohne Experimente vermittelt werde (vgl. Seidel et al., 2006), wurde eine Fortbildung für Physiklehrpersonen konzipiert, welche die Lernprozesse der Lernenden ins Zentrum stellen sollte (vgl. Trendel et al., 2008). Inhaltlich standen drei Prozesse (Erfahrungslernen, Konzeptbildung, Problemlösen [vgl. Wackermann et al., 2007]), welche Teil der theoretischen Grundlage der Basismodelle des Lehrens und Lernens nach Oser und Baeriswyl (2001) sind, im Fokus der Betrachtung. In der Lehrerfortbildung wurden diese drei Lernwege oder Lernprozesse beleuchtet, trainiert und erprobt. Die Bedeutung der drei Basismodelle ist für einen physikalischen Wissenszuwachs bzw. für typische physikalische Denk- und Arbeitsweisen entscheidend (vgl. Wackermann et al., 2007).

Nach Trendel et al. (2008, S. 333) ist es notwendig, „Lernprozessorientierung durch eine praxisnahe Lehrerfortbildung in Physikunterricht einzuführen ...“. Die Lehrpersonen erhielten durch die theoretischen Grundlagen und die Trainingsmöglichkeit zu den drei erwähnten Basismodellen nach Oser und Baeriswyl Inputs für einen lernprozessorientierten Unterricht.

⁴⁴ SeLK: SelbstLernKompetenz (vgl. Kaiser, 2003; siehe 2.2.7.1).

⁴⁵ Die Wirksamkeit des Coachings ist kein Gegenstand der vorliegenden Studie.

Im Anschluss an die Fortbildung wurden die Lehrpersonen zwischen drei und sechs Unterrichtslektionen videografiert. Die Gespräche über den Unterricht wurden durch Videoanalyse und -feedback angeregt. Für den Veränderungsprozess eines allenfalls herkömmlichen, „altbewährten“ und eindimensional organisierten Physikunterrichts hin zur Lernprozessorientierung standen den Lehrpersonen individuelle Coachingsequenzen als Unterstützung zur Verfügung (vgl. Wackermann et al., 2007).

Aufgrund der Auswertungen der zur Verfügung stehen qualitativen und quantitativen Daten zeigt sich, dass sich diese Fortbildungen, wie sie Trendel et al. (2008) durchgeführt haben, als effizient und wirksam darstellen und sich die gewünschten positiven Veränderungsprozesse im Professionswissen eingestellt haben.

Die erfolgreiche Wirksamkeit einer Fortbildung zeigt sich auch in der Studie „Wirksamkeit einer Fortbildung zum produktiven Üben im Mathematikunterricht“ von Schultis et al. (2014) (vgl. 2.5.1), wo sich aufgrund eines Prä-/Posttest-Forschungsdesigns im fachdidaktischen Wissen signifikante Veränderungen im Sinne von Wissens- und Kompetenzzuwachs herauskristallisiert haben (vgl. Schultis et al., 2014, S. 1111 f.).

Aufgrund der beschriebenen Attributionen für eine erfolgreiche und wirksame Fortbildung sowie anhand der Feedbacks zur Fortbildung im Projekt INTeB durch die Teilnehmenden muss die Gestaltung der Fortbildung als erfolgreich gewertet werden. Veränderungsprozesse wurden in beiden Interventionsgruppen aufgrund der Fortbildung in Gang gesetzt. In der Wirksamkeit, das heisst in den Auswirkungen im Sinne von signifikanten Veränderungen, müssen Abstriche gemacht werden. In einzelnen Fällen der untersuchten Skalen und Items trifft dies zu, aber in der Mehrheit eben nicht.

5.2 Diskussion des methodischen Vorgehens

Im Kapitel Methode (vgl. Kapitel 3) der vorliegenden Studie wurde aufgezeigt, welche Überlegungen zur Wahl des methodischen Vorgehens geführt haben. In den folgenden Abschnitten geht es darum, das Vorgehen zu überprüfen und dieses kritisch zu beleuchten.

5.2.1 Fragebogen

Die Fragebogenerhebung muss in den drei Professionswissensbereichen „Fachwissen“, „fachdidaktisches Wissen“ und „pädagogisches Wissen“ gesondert betrachtet werden, da sie unterschiedlich aufgebaut waren und entsprechend differenziert ausgewertet wurden.

5.2.1.1 Fragebogen Fachwissen

Der Fragebogen im Bereich des Fachwissens war als Testheft (vgl. Anhang V) aufgebaut. Anhand von physikalischen Situationsbeschreibungen aus dem Bereich des Phänomens des Fliegens mussten die Teilnehmenden im Multiple-Choice-Verfahren die richtige Antwort ankreuzen. Dieses Verfahren war zu allen Messzeitpunkten dasselbe. Wie in Unterkapitel

3.4.1.3 formuliert, standen Items über alle vier Phänomene des Fliegens zur Auswahl. Um eine gewisse Vergleichbarkeit der Testhefte zu gewährleisten, gab es in der Itemauswahl Überlappungen. Das bedeutet: Die drei Testhefte waren vom Aufbau her identisch (Struktur, Anzahl Items, Antwortformat), inhaltlich hingegen ungleich. Bei der Gestaltung der Testhefte wurde darauf geachtet, dass, wenn möglich, jedes Item in mehreren Testheften vorhanden war. Zur Veranschaulichung dieser Thematik der Überlappung dient die unten stehende Zusammenstellung (vgl. Tab. 103) aus dem Unterkapitel 3.4.1.3.

Tab. 103: Itemübersicht Fachwissen (vgl. INTeB, 2011)

<i>Item</i>	<i>Testheft L1</i>	<i>Testheft L2</i>	<i>Testheft L3</i>		<i>Item</i>	<i>Testheft L1</i>	<i>Testheft L2</i>	<i>Testheft L3</i>
SF 02		X (6) ⁴⁶	X (6)		DH 01	X (17)		
SF 04	X (7)	X (7)			DH 02	X (18)	X (17)	X (17)
SF 05	X (9)		X (9)		SP 01	X (24)		X (23)
SF 06		X (9)	X (10)		SP 03		X (24)	X (24)
SF 07	X (10)	X (10)			AP 01		X (26)	X (26)
RF 01	X (8)		X (7)		RP 01	X (13)	X (13)	
RF 02		X (8)	X (8)		RP 02	X (14)		X (13)
DF 10	X (6)		X (5)		RP 03		X (14)	X (14)
SH 01		X (22)			RP 04	X (16)	X (16)	
SH 02	X (23)	X (23)	X (22)		DP 01		X (18)	
RH 01	X (11)	X (11)			DP 02	X (19)	X (19)	
RH 02	X (12)		X (11)		DP 03	X (20)		X (19)
RH 03		X (12)	X (12)		SE 01	X (25)	X (25)	
RE 01	X (15)		X (15)		RE 02		X (15)	X (16)
DF 01	X (1)	X (1)			SE 03	X (26)		X (25)
DF 03	X (2)		X (1)		RE 01	X (15)		X (15)
DF 04		X (2)	X (2)		RE 02		X (15)	X (16)
DF 05	X (3)	X (3)			DE 01		X (20)	X (20)
DF 06	X (4)		X (3)		DE 03	X (21)	X (21)	
DF 07		X (4)	X (4)		DE 04	X (22)		X (21)
DF 08	X (5)	X (5)			SE 03	X (26)		X (25)

Von der Schwierigkeitsstufung her zeigen die Ergebnisse (vgl. Abb. 33), dass die Testfragen mit mittlerem bis hohem Schwierigkeitsgrad (latente Dimension 0 bis +3) von der Mehrheit der Teilnehmenden richtig gelöst wurde. Das richtige Lösen einer Aufgabe ist noch kein Hinweis auf das Vorhandensein von Fachwissen. Anhand der Daten kann auch der Schluss gezogen werden, dass die Testfragen zu einfach zum richtigen Lösen waren und somit die Streuung gering war. Dennoch erfassen die vorliegenden Testhefte Veränderungen im

⁴⁶ Die Nummer in Klammern entspricht der Fragennummer in den einzelnen Testheften.

Fachwissen, was anhand der Ergebnisse in den Unterkapiteln 4.4 ff. aufgezeigt und nachgewiesen worden ist. In jeder durchgeführten Varianzanalyse und T-Test-Analyse im Bereich des Fachwissens zeigen sich signifikante Veränderungen. Aus diesen Überlegungen heraus kann gesagt werden, dass die Testhefte zur Erhebung von Fachwissensveränderungen ihren Zweck erfüllen.

5.2.1.2 Fragebogen fachdidaktisches und pädagogisches Wissen

Die Konstruktion des Fragebogens für das fachdidaktische und pädagogische Wissen wurde im Unterkapitel 3.4 ausführlich beschrieben und dokumentiert. Ziel des Fragebogens war, dass zu drei Messzeitpunkten die Lehrpersonen zu diversen Skalen aus dem Bereich des fachdidaktischen und pädagogischen Wissens ihre Einstellungen und Haltungen mit Zustimmung oder Ablehnung deklarieren konnten. Aus dem Antwortverhalten heraus sollte analysiert werden, wie sich die Antworten von Messzeitpunkt zu Messzeitpunkt verändert haben. Die Fragebogen waren inhaltlich nicht zu jedem Messzeitpunkt gleich. Eine genaue Zusammenstellung findet sich im Unterkapitel 3.4.1 (vgl. Tab. 23) bzw. im Anhang V.

Aus der Tabelle wird ersichtlich, dass diese Fragebogen vor allem zur Erfassung von Veränderungen im fachdidaktischen Wissen dienten, weil dies das Hauptthema in der Fortbildung der Interventionsgruppe IG_I war.

Die Konstruktion des Fragebogens zur Erfassung des fachdidaktischen und pädagogischen Wissens orientierte sich grösstenteils an anderen Studien, welchen eine ähnliche Fragestellung wie derjenigen der vorliegenden Arbeit zugrunde lag. In der Hauptsache⁴⁷ waren es die Studie „Zusammenhänge fachspezifischer Vorstellungen von Grundschullehrkräften zum Lehren und Lernen mit Fortschritten von Schülerinnen und Schülern im konzeptuellen naturwissenschaftlichen Verständnis“ von Thilo Kleickmann (vgl. Kleickmann, 2008) sowie Rainer Wackermanns Studie über die „lernprozessorientierte Fortbildung von Physiklehrpersonen“ (vgl. Wackermann, 2008).

Die Daten für das fachdidaktische und pädagogische Wissen wurden gemäss Planung und Forschungsdesign über die drei Messzeitpunkte hinweg erhoben. Aus Sicht der testtheoretischen Aspekte (vgl. Bühner, 2011, S. 84 ff.) vermag es der Fragebogen, wesentliche Skalen zum fachdidaktischen und pädagogischen Wissen zu erfassen und objektive, reliable und valide Daten zu generieren. Die Analysen zeigen, dass die ausgewählten Skalen und Items nur wenig signifikante Aussagen über die Veränderbarkeit des fachdidaktischen bzw. pädagogischen Wissens zulassen.

In der Reflexion ergaben sich dennoch in sieben von 21 Skalen Mängel, welche in der Auswertung und Interpretation zu beachten waren. Es waren teils unpräzise Itemformulierungen

⁴⁷ Die innerhalb der vorliegenden Forschungsstudie analysierten Daten wurden mit den Ergebnissen der Ursprungsskalen im Unterkapitel 5.1 diskutiert.

und/oder Antwortformate vorhanden, welche inhaltlich eigentlich klar waren, aber in der Beantwortung Interpretationsspielraum liessen. Die Skalen, welche die erwähnten Mängel aufwiesen, waren allesamt Skalen, welche nur zum Messzeitpunkt T1 abgefragt worden sind. Deshalb haben diese Skalen bzw. die damit erhobenen Daten keinen negativen Einfluss auf die Beantwortung der Frage nach Veränderung. Anbei ein Beispiel aus dem fachdidaktischen Wissen (vgl. Abb. 59).

Abb. 59: Beispiel für unpräzise Itemformulierung bzw. Antwortformate

3. Welche Methoden, Arbeits-, Unterrichts-, Sozialformen verwenden Sie in Ihrem naturwissenschaftlichen Unterricht?

Pro Zeile nur ein Antwortkästchen ankreuzen.

Im naturwissenschaftlichen Unterricht ...	in fast jeder Stunde	in etwa jeder 2. Stunde	etwa einmal pro Wo- che	fast nie
a. präsentiere ich naturwissenschaftliche Inhalte, während die Schülerinnen und Schüler zuhören.	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₁
b. demonstriere ich den Schülerinnen und Schülern, wie naturwissenschaftliche Experimente und Anwendungen ausgeführt werden.	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₁

Der Mangel in dieser Beispielaufgabe besteht wie folgt:

- *In der Fragestellung sind zu viele Varianten (Methoden, Arbeits-, Unterrichts-, Sozialformen) vorgegeben,*
- *naturwissenschaftlicher Unterricht ist nicht in jedem teilnehmenden Land ein eigenes Schulfach,*
- *der Unterschied im Antwortformat „in fast jeder Stunde“ und „in etwa jeder 2. Stunde“ ist nicht deutlich erkennbar und somit zu wenig aussagekräftig,*
- *die Antwortformate zeigen nicht das gleiche Intervall auf.*

In der Auswertung der verwendeten Fragebogen wurde festgestellt, dass es etliche fehlende Daten gab, was die Anzahl der gültigen Datensätze minimierte. Als Mangel muss deshalb der Umstand betrachtet werden, dass bei allen Fragestellungen das Antwortformat „keine Angabe“ (oder Ähnliches) fehlte. Eine Erweiterung der Fragebogen mit dieser Antwortmöglichkeit gäbe in der Analyse Aufschluss und zusätzliche Klarheit, warum eine Frage allenfalls nicht beantwortet worden ist, und liesse einen Datensatz als gültig erscheinen.

Bei einer weiteren Verwendung müsste der Fragebogen im Bereich Formulierung auf Korrektheit und Präzision überarbeitet werden. Der Fragebogen, so wie er im Projekt INTeB verwendet worden ist, lieferte aber letztendlich die notwendigen Daten und Grundlagen, um auf die Forschungsfrage eine Antwort geben zu können.

5.2.2 Stichprobe

Die Planung sah vor, dass die Gesamtstichprobe $N = 75$ betragen soll. Dies mag auf den ersten Blick als eine stattliche Stichprobe erscheinen. Wird diese Stichprobe jedoch differenzierter betrachtet, ergeben sich die beiden Kohorten der Interventionsgruppen und diejenige der Kontrollgruppe. Angestrebt waren drei gleich grosse Einheiten mit je $N = 25$ Teilnehmenden. Letztendlich wurde die angestrebte Gesamtstichprobe $N = 75$ erreicht, aber die Mengengerüste in den einzelnen Subgruppen wichen von der angestrebten Ausgewogenheit ab (IG_I: $N = 24$; IG_{II}: $N = 22$, KG: $N = 29$).

Somit waren die einzelnen Gruppen mengenmässig klein, was sich letztendlich auch auf die Datenanalyse auswirkte. Bei einer kleinen Stichprobe wirkt sich jeder fehlende Wert gravierender aus als bei einer grossen Stichprobe. In einigen Fällen wurden nicht alle Items beantwortet, was das gültige N nochmals sinken liess.

Aufgrund der von Bortz und Dörig beschriebenen Theorie „optimaler“ Stichprobenumfänge (vgl. Bortz/Döring, 2006, S. 604 f.), kann festgehalten werden, dass das für INTeB festgelegte $N = 75$, wie es im Projektantrag beschrieben ist, als optimaler Stichprobenumfang bezeichnet werden kann. Dies gilt für die Gesamtstichprobe, welche in der vorliegenden Studie eine untergeordnete Rolle spielt. Entscheidend und für die Analysen, Ergebnisse und Effekte von Relevanz sind die Teilstichproben, welche eine kritische Grösse erreicht haben.

Neben dem doch eher kleinen Stichprobenumfang muss auch die regionale Eingrenzung berücksichtigt werden. Die Erhebungen wurden allesamt im Dreiländereck des Bodenseeraums durchgeführt, was die Ergebnisse nur regional abstützt und keineswegs bundesweit interpretierbar macht.

Eine letzte kritische Anmerkung zur Stichprobe betrifft deren Auswahl. Die Teilnahme an der Erhebung basiert überwiegend auf Freiwilligkeit und teils auf Eigeninitiative der Lehrpersonen. Daraus kann geschlussfolgert werden, dass die teilnehmenden Lehrpersonen von Grund auf interessiert an einer innovativen Lernumgebung waren bzw. einer Intervention (Fortbildung) positiv gegenüberstanden.

5.2.3 Fazit

Die vorliegende Studie war eingebettet in ein internationales Forschungsprojekt, welches die Rahmenbedingungen, wie Umfang, Zeitplan und Finanzen, definierte. Innerhalb dieses Rahmens wurden die Instrumente, wie oben beschrieben, für die Datengewinnung entwickelt und eingesetzt. In der Umsetzung und Auswertung zeigte sich, dass nicht alle Details optimal waren und mit mehr Zeit und einer grösseren Stichprobe der eine oder andere Aspekt hätte optimiert werden können. Letztendlich kann in der Reflexion festgestellt werden, dass sowohl Erhebungsinstrumente wie auch Stichprobengrösse soweit tauglich waren, dass damit Erkenntnisse gewonnen werden konnten. Die gemachten Befunde zeigen zwar teils beach-

tenswerte Tendenzen auf, dürfen jedoch aufgrund der oben erwähnten Einschränkungen keineswegs als generalisierbar aufgefasst werden.

5.3 Grenzen der Studie

In diesem Unterkapitel geht es darum, aufzuzeigen, wo die Grenzen der Studie lagen.

Die vorliegende Studie ist in puncto Inhalt, Personenkreis, Auswertung, sowie Ergebnisanalyse eingegrenzt und klar definiert. Inhaltlich geht es um die Lehrpersonen aus den drei Ländern, welche einer der drei Gruppen (Interventionsgruppen IG_I oder IG_{II}, Kontrollgruppe) zugeteilt waren und ihre Einstellungen, Haltungen im fachdidaktischen und pädagogischen Wissensbereich bzw. ihr Wissen im Bereich des physikalischen Bereichs des Fliegens kundgetan haben. Es werden nur die Lehrpersonen fokussiert. Weder ihr Umfeld noch die Schüler und Schülerinnen oder die Schulleitung und die örtliche Situation sind Gegenstand der Betrachtungen.

Das bedeutet: Die erhobenen Daten werden im abgegrenzten Rahmen verglichen, gegenübergestellt und analysiert. Es werden keinerlei Schlüsse auf die Tätigkeiten und das Leistungsvermögen der Schülerinnen und Schüler gezogen, noch werden Einflussfaktoren des Systems Schule in die Betrachtungen und Analysen einbezogen. Dies wurde teils in den anderen Teilprojekten des Projektes INTeB untersucht (vgl. Kapitel 3).

Die Daten, welche als Grundlage für diese Studie zur Verfügung standen, wurden mittels Fragebogen erhoben. Es handelt sich durchwegs um quantitative Daten, welche letztendlich analysiert worden sind. Quantitative Daten sind klar und für die statistischen Analyseverfahren rasch aufbereitet, erlauben jedoch im Gegensatz zu qualitativen Daten keinerlei Möglichkeit von Nachfragen und Präzisierungen. Steht der Fragebogen und gelangt in den Einsatz, dann ist ein Nachkorrigieren ohne Einfluss auf die bereits gesammelten Daten kaum möglich. Bei einer quantitativen Datenerhebung, z. B. einem Leitfadeninterview, besteht immerhin die Möglichkeit, dass während des Interviews nachgefragt oder präzisiert werden kann.

Für die Auswertung der quantitativen Daten standen die statistischen Analyseverfahren zur Verfügung. Die Datenaufbereitung vollzog sich nebst der deskriptiven Statistik und den Transformationsverfahren (Umcodierungen, Berechnung neuer Variablen) mittels Faktoren- und Reliabilitätsanalysen. Die Mittelwertvergleiche wurden anhand von Varianzanalysen und T-Test-Analysen durchgeführt.

Alle Analysen bezogen sich auf klar deklarierte Gruppen. Der Hauptfokus lag auf der Zugehörigkeit zur Fortbildungs- bzw. Kontrollgruppe (Gruppenvergleiche), da sich die Grundfragestellung der vorliegenden Arbeit auf diese Gruppen bezog. Im Ergebnisteil sind auch Analysen zu finden, welche sich auf die Zugehörigkeit zum Land (Ländervergleiche) beziehen. Wie bereits an anderer Stelle erwähnt wurde, ist dies als Zusatzfokus zu betrachten. Eine weitere Aufsplitterung in andere Betrachtungsweisen (z. B. Gender, Altersdemografie; Unter-

richtserfahrung) wurde aufgrund der daraus resultierenden kleinen Teilstichproben nicht in Betracht gezogen.

Als abschliessende Abgrenzung oder Einschränkung sei auch erwähnt, dass sich die gewonnenen Befunde und Erkenntnisse auf die gemachten Erfahrungen im Rahmen des Projektes INTeB beziehen. Die Projektanlage bzw. die Fortbildungen waren so konzipiert, dass zwei Interventionsgruppen mit unterschiedlichen Fortbildungsschwerpunkten miteinander verglichen werden konnten, der Unterricht fand mit einer standardisierten Lernumgebung statt und Rahmenbedingungen gaben eine für die Forschung massgebende Struktur. Ob sich die gezeigten Befunde und Erkenntnisse auf andere Themenbereiche, Fachbereiche und Lernumgebungen übertragen lassen, bleibt vorerst offen.

Weiterführende Überlegungen, Weiterentwicklungen und weitere Fragestellungen, welche anhand der aufgezeigten Eingrenzungen nicht dargelegt werden konnten, finden im folgenden Unterkapitel Betrachtung.

5.4 Mögliche weiterführende Betrachtungen

Während in den vorangegangenen Beschreibungen die Diskussion der Befunde und des methodischen Vorgehens sowie die Ein- und Abgrenzung der Studie im Zentrum standen, geht es im folgenden Abschnitt um mögliche weiterführende Analysen bzw. Betrachtungen, welche nicht Gegenstand der vorliegenden Arbeit sind.

Wie oben erwähnt, beschränkte sich die vorliegende Studie lediglich auf die Lehrpersonen und ihr Professionswissen, welches sich aufgrund von Fortbildungen verändern kann oder eben nicht. Eine weiterführende Betrachtung könnte sein, zu schauen, wie sich die Fortbildungen auf das Leistungsverhalten der Schülerinnen und Schüler auswirken. Die Schülerinnen und Schüler, welche mit ihrer Lehrperson zusammen während sechs Unterrichtseinheiten mit den mobilen Lernarrangements arbeiten durften, wurden in einer anderen Studie innerhalb des Projektes INTeB zu zwei Messzeitpunkten mittels Fragebogen befragt, während zwei Unterrichtssequenzen an bestimmten Lernstationen gefilmt wurden und während dem Experimentieren kurz interviewt wurde. Die Auswertungen und Erkenntnisse der vorliegenden Studie könnten mit den Ergebnissen der „Schülerinnen- und Schüler-Studie“ in Zusammenhang gebracht werden, was eine Anknüpfung an die Untersuchung von Kleickmann (2008) darstellen würde. Kleickmann untersuchte, wie die Vorstellungen der Grundschullehrkräfte zum Lehren und Lernen von Naturwissenschaften mit den Schülerleistungen korrelieren. Eine Fragestellung aus dem Projekt INTeB heraus könnte lauten: Welche Auswirkungen hat eine Lehrpersonenfortbildung auf die Fachkompetenz der Schülerinnen und Schüler?

Eine zweite Verknüpfungsvariante, welche sich anhand der erhobenen Gesamtdaten als Möglichkeit anbieten würde, ist eine Forschungsstudie über das Lehrerverhalten und die Lernbegleitung im Unterricht mit einem mobilen Lernarrangement. Verhalten sich die Lehr-

personen mit der fachdidaktischen Fortbildung zur Lernbegleitung anders als diejenigen, welche den fachwissenschaftlichen Input im Fokus der Fortbildung hatten? Wagner (2014) hat in ihrer Studie, ebenfalls basierend auf der Datengrundlage des Projektes INTeB, über das Handeln von Lehrpersonen beim naturwissenschaftlichen Lernen die Lernunterstützung von Lehrpersonen untersucht und dabei Muster von Unterstützungsverhalten definiert. Ein Gruppenvergleich der Unterschiede zwischen dem Unterstützungsverhalten von Lehrpersonen und den schwerpunktspezifischen Fortbildungsangeboten betreffend, war innerhalb des Projektes INTeB keine Forschungsfrage. Deshalb könnte eine weiterführende Untersuchung der Frage nachgehen, wie und ob das Unterstützungsverhalten bzw. die Typisierung mit dem Professionswissen zusammenhängt.

Dies wären zwei Varianten von weiterführenden Studien, welche die im Projekt INTeB erhobenen Daten als Grundlage haben und mit vertiefenderen statistischen Methoden, wie beispielsweise Mehrebenenanalysen und Strukturgleichungsmodellen, analysiert werden müssten.

Die Frage nach der wirksamen Fortbildungsgestaltung wurde im Unterkapitel 2.5 ausführlich dargelegt, weil Fortbildung generell ein wichtiges Element bzw. eine wesentliche Massnahme im Professionalisierungsprozess von Lehrpersonen ist und zudem im Projekt INTeB bzw. der vorliegenden Arbeit ein zentrales Thema darstellt. Aufgrund der Gewichtung dieser Professionalisierungsmassnahme kann sich ein weiterer Gesichtspunkt mit den Überlegungen, was das Professionswissen für einen Beitrag zum Lehrerhandeln leistet oder leisten kann, befassen. Seit den Studien TIMSS (vgl. Bos et al., 2012) und TEDS-M (vgl. Blömeke et al., 2009) steht die Forderung nach Professionalisierung und Kompetenzsteigerung der Lehrenden im Fokus der Diskussionen um den Lehrberuf. Diese geforderten Anliegen tangieren einerseits die Lehrerinnen- und Lehrerbildung, andererseits die Weiter- und Fortbildung von Lehrpersonen. Vor allem im Bereich der Fortbildung muss darauf geachtet werden, dass sich die Fortbildungsinhalte, aber auch die Fortbildungsgestaltung an den Elementen der Wirksamkeit von Fortbildungen (vgl. Huber, 2009b) orientieren. Steht die Frage der Wirkung bereits bei der Planung und Konzeptionierung von Fortbildungen im Zentrum (vgl. Lipowsky/Rzejak, 2012), ergeben sich positive Potenziale auf Veränderung von Professionswissen vor allem im fachwissenschaftlichen Kontext. Im Bereich der fachdidaktischen und pädagogischen Veränderungsanliegen muss die Fortbildung so gestaltet sein, dass Transfer- und Reflexionsmöglichkeiten innerhalb des Fortbildungssettings zur Verfügung stehen (vgl. Lipowsky, 2010).

Diese Betrachtung der Wirksamkeit von Fortbildungen und des Veränderungspotenziales von Professionswissen aufgrund von Fortbildungen orientiert sich letztendlich auch an der Unterrichtsqualität bzw. Unterrichtsqualitätsforschung (vgl. Helmke, 2009). Da das Feld von Unterricht noch nicht vollends erforscht ist, lässt dies den Schluss zu, dass es auch in den

Bereichen Wirksamkeit von Fortbildung und Veränderbarkeit von Professionswissen noch einiger weiterführender Forschungsstudien bedarf. Diese vertiefere Auseinandersetzung mit den erwähnten Themen könnte als Ergänzung zu den allgemeinen Fortbildungselementen und deren Wirksamkeit (vgl. Huber, 2009b) das spezifische Definieren und Evaluieren von wirksamen Fortbildungselementen auf alle drei Bereiche des Professionswissen als Zielsetzung haben und als Inhalt fokussieren.

Die oben beschriebenen weiterführenden Möglichkeiten und Überlegungen zu weiteren Studien beschränkten sich auf den Fokus der im Projekt INTeB thematisierten Überlegungen, wie Fortbildung, Unterstützungsverhalten, Professionswissen. Nicht ausgeführt und somit auch nicht Gegenstand dieser Aufzählung sind weitere Gesichtspunkte, die ins Zentrum für Forschungsstudien gerückt werden könnten. Als nicht abschliessende Auflistung seien an dieser Stelle folgende zwei Fragestellungen aus den Bereichen Unterrichtsqualität und Gender erwähnt: Hat die Fortbildung einen nachhaltigen Einfluss auf die Unterrichtsqualität? Gibt es im Bereich Gender Unterschiede festzustellen? Setzen weibliche Lehrpersonen die gleichen Fortbildungsschwerpunkte im Unterricht um wie die männlichen Lehrpersonen? Profitieren Schülerinnen und Schüler gleichermassen von absolvierten Fortbildungen ihrer Lehrperson?

Um die Absicht der vorliegenden Studie bzw. deren Nutzen für weitere Forschungsarbeiten, aber auch die pädagogischen Tätigkeit abschliessend zu beleuchten, dient das folgende Unterkapitel, welches auch als Abschluss der vorliegenden Dissertationsschrift dient.

5.5 Gesamtfazit

5.5.1 Gewonnene Erkenntnisse und Befunde

Im Zentrum der vorliegenden Arbeit stand die Beantwortung der Frage, ob sich das Professionswissen von Lehrpersonen mithilfe von Fortbildungen verändert oder verändern lässt. Zur besseren Verständlichkeit und Übersicht sei an dieser Stelle nochmals auf die Tabelle mit den Subfragen und den Hypothesen verwiesen, welche schon im Unterkapitel 3.3 dargestellt worden ist (vgl. Tab. 15).

In der folgenden Tabelle werden die Erkenntnisse und Befunde, welche anhand der Datenanalyse gewonnen werden konnten, den einzelnen Subfragen zugeordnet (vgl. Tab. 104).

Tab. 104: Übersicht Subfragen und Erkenntnisse/Befunde

Forschungsfrage: <i>Wie wirkt eine lernprozessorientierte bzw. inhaltsorientierte Fortbildung auf das Professionswissen der Lehrpersonen (Fachwissen, didaktisches Wissen) unter der Bedingung unterschiedlichen Vorwissens?</i>		
Subfragen	Hypothesen H₀	Hypothesen H₁
<i>Verändert sich das Professionswissen mithilfe von Fortbildungen?</i>	<i>Das Professionswissen verändert sich nicht aufgrund von Fortbildungen.</i>	<i>Das Professionswissen verändert sich aufgrund von Fortbildungen generell.</i>
Zusammenfassende Erkenntnisse und Befunde <i>Das Professionswissen darf nicht in seiner Gesamtheit (Fachwissen, fachdidaktisches Wissen, pädagogisches Wissen) betrachtet werden. Die drei Komponenten bedürfen gesonderter Betrachtung. Das Fachwissen hatte sich in der vorliegende Studie signifikant verändert. Das fachdidaktische Wissen hingegen wies nur in einem geringen Ausmass und punktuell signifikante Veränderungen auf. Das weist auf die Annahme der Hypothese H₀ hin.</i>		
<i>Welcher Fortbildungsfokus hat welche Auswirkungen?</i>	<i>Der Fortbildungsfokus hat keine spezifischen Auswirkungen auf die Veränderung des Professionswissens.</i>	<i>Der Fortbildungsfokus hat spezifische Auswirkungen auf die Veränderung des Professionswissens.</i>
Zusammenfassende Erkenntnisse und Befunde <i>Der Fortbildungsfokus löste keine spezifischen Veränderungen des Professionswissens aus. Eine Fortbildung setzte immer einen Veränderungsprozess in Gang. Diese Veränderungen mussten nicht zwingend im fokussierten Fortbildungsschwerpunkt sein. So rief eine Fortbildung mit Schwerpunktsetzung „Inhaltsorientierung“ nicht nur im fachwissenschaftlichen Bereich Veränderungen hervor. Auswirkungen konnten auch im fachdidaktischen Wissen auftreten. Die Hypothese H₀ wurde somit angenommen.</i>		
<i>Hat die Bewertung der Fortbildung einen Zusammenhang mit einer möglichen Veränderung des Professionswissens?</i>	<i>Die Bewertung der Fortbildung hat keinen Zusammenhang mit einer möglichen Veränderung des Professionswissens.</i>	<i>Die Bewertung der Fortbildung steht im Zusammenhang mit einer möglichen Veränderung des Professionswissens.</i>
Zusammenfassende Erkenntnisse und Befunde <i>Obwohl die Fortbildung als lehrreich und wirksam bewertet wurde, blieben grosse Veränderungen im Professionswissen oder in Teilbereichen davon aus. Die Fortbildungssequenz alleine trug zu wenig zu einer Veränderung bei. Die Fortbildung wurde als Input wahrgenommen. Es würden weitere Interventionen und Unterstützungsangebote brauchen, welche den Veränderungsprozess in Schwung hielten. Die Hypothese H₀ wurde aufgrund der Befunde gestützt.</i>		

Ausgehend von den Befunden lassen sich Ansatzpunkte für die Gestaltung von wirksamen Fortbildungen mit dem Fokus Veränderung von Professionswissen formulieren, was im folgenden Unterkapitel 5.5.2 skizziert wird.

5.5.2 Nutzen für Fortbildungsgestaltung und -wirksamkeit

Die Ausgangsfragestellung, die dieser Arbeit zugrunde liegt, dreht sich um die Fokussierung einer Fortbildung und dem Veränderungspotenzial von Professionswissen. Wie vorgängig in einzelnen Kapiteln und Unterkapiteln dargelegt, gelingt dieses Verändern nur teilweise. Entscheidende Gelingensfaktoren für Veränderungen sind die bewusste Fokussierung bzw.

Thematisierung von Fortbildungsinhalten einerseits, das Orientieren an den Gestaltungs- und Wirksamkeitsmerkmalen für gute Fortbildung andererseits (vgl. Huber, 2009b).

In der Anwendung der Befunde und Erkenntnisse aus der vorliegenden Forschungsstudie und in der Kombination mit der Thematik Fortbildung in der Literatur und Forschung lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen und zusammenfassen.

Fortbildungsfokus und -inhalt

Es stellt sich die Frage, um welche Art des Wissens es sich handelt und wie der Wissenserwerb sich gestalten soll. Für die Domäne des fachdidaktischen Wissens können verschiedene Dimensionen ausdifferenziert werden. Cochran-Smith und Lytle (1999, S. 249 f.) unterscheiden zwischen „knowledge **for** practice“, „knowledge **in** practice“ und „knowledge **of** practice“ und betonten den Wert der letzten beiden Kategorien des angewandten Wissens. Die geschilderten Erwartungen von INTeB-Lehrpersonen entsprechen diesem Bild. Sie stützen die Forderungen von Lipowsky. Fortbildungen sollten nicht zu breit angelegt sein, sondern sich eher auf ein Fach oder eine Unterrichtseinheit konzentrieren (vgl. Lipowsky, 2013). Da im Fortbildungsfokus das unterrichtspraktische Handeln bzw. dessen wirksame Veränderung steht, plädiert Lipowsky (vgl. Lipowsky, 2013, S. 8 f.) für einen engen und fachlichen Fokus. Lehrpersonenwürden ein gutes fachliches und fachdidaktisches Wissen benötigen. Deshalb sei es wichtig, dass Fortbildungen auch immer einen fachlichen oder fachdidaktischen Fokus hätten. Damit ein Fortbildungsinhalt auch eine wirksame Veränderung auslösen könne, kommt Lipowsky zum Schluss, „... dass Lehrkräfte bei einem engen inhaltlichen Fokus viel stärker in die Tiefe gehen können. Fortbildungen mit einem engen fachlichen Fokus haben es also einfacher, die Teilnehmer anzuregen“ (Lipowsky, 2013, S. 9).

Wenn die wirksame Veränderung des gesamten Professionswissens mit all seinen Facetten im Zentrum steht, wäre eine Gelingensbedingung, dass die Facetten auf mehrere Fortbildungen, mehrere Etappen verteilt würden. So bekäme jede Facette einen klaren engen Fokus, was wiederum in Anlehnung an Lipowsky (vgl. Lipowsky, 2013) zur Folge hätte, dass die Lehrpersonen bei jeder Facette in die Tiefe gehen könnten. Nebst dieser engen Fokussierung spricht Lipowsky (2013, S. 8) auch davon, dass Fortbildungsvorhaben in Phasen ablaufen sollten, damit die Lehrpersonen auch die Möglichkeit hätten, das neue Wissen zu verarbeiten, zu erproben, umzusetzen, zu reflektieren, bevor der nächste Input folge. Zur Veranschaulichung, wie ein komplexes Fortbildungsvorhaben, wie die Veränderung des Professionswissens in Phasen ablaufen könnte, dient das folgende Schema (vgl. Tab. 105).

Tab. 105: Phasenschema – Veränderung des Professionswissens

Professionswissen		
Fachwissen Phase 1	Fachdidaktisches Wissen Phase 2	Pädagogisches Wissen Phase 3
<i>In einer ersten Phase stände eine Fokussierung auf das Fachwissen (Projekt INTeB: physikalische Phänomene des Fliegens) im Zentrum.</i>	<i>In den Fragestellungen, wie setze ich das neue Wissen ein bzw. bringe ich das Wissen innovativ zur Anwendung und wie gestalte ich den Unterricht, damit bei den Lernenden Wissenszuwachs und Kompetenzerweiterung stattfinden kann, stehen fachdidaktische Aspekte (Projekt INTeB: Lernbegleitung, Experimentieren mit Lernenden, forschendes Lernen etc.) im Zentrum.</i>	<i>Letztendlich stehen die Fragen aus dem Bereich des pädagogischen Wissens an. Als Beispiel sei an dieser Stelle der Aspekt Klassenführung erwähnt. (Projekt INTeB: Beispiel: Wie führe ich die Klasse im Unterricht, wenn Lernen am mobilen Lernarrangement geschehen soll?).</i>

Die Abfolge der Inputs orientiert sich am Step-by-Step-Prinzip. Zwischen jedem Schritt benötigt die Lehrperson genügend Zeit und Raum, um die in der Umsetzungserprobung gemachten Schritte zu reflektieren und zu analysieren.

Praktisches Handeln (Theorie – Praxisbezug)

In seiner empirischen Studie benannte Haenisch (1994) vor allem die Begegnung mit direkt umsetzbaren, konkreten Unterrichtsideen und -materialien, jedoch auch die Vermittlung fundierter Grundlagen, von Überblicks- und Hintergrundwissen. Dies gilt nicht nur für das fachdidaktische Wissen, sondern hat auch seine Gültigkeit und Berechtigung im Bereich des Fachwissens. Das praktische Handeln soll seinen Stellenwert haben.

Loucks-Horsley (2003) differenzierte die Kategorien „content from inside and outside“, um die verschiedenen Blickwinkel auf die möglichen Inhalte von Lehrerfortbildungen abzubilden, und plädierte für deren sinnvolle Balance und ein angemessenes Verhältnis zwischen theoretischer und praktischer Inhalte. Diese angesprochene Balance und das angemessene Verhältnis sollen bei der Konzeption der Fortbildung und der inhaltlichen Schwerpunktsetzung beachtet werden. In der Fortbildungskonzeption der vorliegenden Forschungsstudie hiess das: In der Fortbildung der Interventionsgruppe IG_I stand das fachdidaktische Wissen im Fokus, bei der IG_{II} das Fachwissen; also eine inhaltlich Trennung und innerhalb des Themas noch die Balance zwischen Theorie und praktischem Handeln.

Lipowsky (2010) konkretisiert das Zusammenspiel von Theorie und Praxisbezug noch weiter, indem er argumentiert, dass es wichtig sei, „... durch Fortbildungen eine Verknüpfung zwischen dem eigenen Handeln und dem Lernen der Schülerinnen und Schüler herstellen [zu] können. Sie müssen also erkennen, dass Veränderungen im Lehrerhandeln auch zu Veränderungen auf Seiten der Schüler führen“ (Lipowsky 2010, S. 9).

Die Fortbildungen innerhalb des Projektes INTeB hatten die Balance zwischen Theorie und Praxisbezug im Fokus, auf die theoretischen Inputs folgten Phasen des Ausprobierens und

des Verknüpfens mithilfe der Lernstationen aus dem mobilen Lernarrangement. Der Gedanke der Verknüpfung zwischen verändertem Lehrerhandeln und dem Lernen bei Schülerinnen und Schülern wurde nicht direkt erforscht, ist jedoch als eine weiterführende Idee angedacht (vgl. Unterkapitel 5.4).

Fortbildungsdauer und Wirksamkeit

Innerhalb des Projektes INTeB war die jeweilige Fortbildung auf insgesamt zwei Tage (entspricht 16 Stunden Kurszeit) beschränkt. Rund die Hälfte (7 Stunden) der Zeit wurde für die Datenerhebungen, die administrativen Belange (Planung, Termine, Absprachen) sowie die Pausen benötigt. Somit blieb mit rund 9 Stunden netto wenig Zeit für das Inhaltliche des Fortbildungsschwerpunktes.

Über die optimale Länge einer Fortbildungsdauer herrscht Uneinigkeit. Häufig wird die Wirkungslosigkeit singulärer Veranstaltungen und die Notwendigkeit eines Prozesses der Fortbildung herausgestellt (vgl. Garet et al., 2001; Lipowsky, 2004; Jäger et al., 2007). Die Spannbreite der Wirksamkeit und der Realität zeigt auch ein Einblick in die TALIS⁴⁸-Studie. Gemäss Schmich et al. (2010, S. 11) schätzen Lehrpersonen „... länger dauernde, intensivere Fortbildungen als wesentlich wirksamer ein als kurze Seminare oder Workshops – sie besuchen jedoch überwiegend Kurzangebote.“ Wenn der Umfang der Fortbildung als zeitliche Überbelastung empfunden wird, kann das hemmend auf den Fortbildungserfolg wirken (Gräsel et al., 2004).

Lipowsky (2013) propagiert zum Thema der Wirksamkeit, dass Fortbildungen sich über einen längeren Zeitraum erstrecken sollten. Er spricht von einer idealen Zeitdauer von mindestens einem halben Jahr, besser noch ein oder zwei Schuljahren. Obwohl das Wissen und die Erkenntnisse vorhanden sind, dass Fortbildungen an nur einem Tag oder an nur einem Wochenende kaum gelingen können und kaum das Potenzial haben, unterrichtliches Handeln von Lehrern zu verändern, sind vielerorts sehr kurze Fortbildungen immer noch die Realität.

Die Fortbildungen sollten ausserdem aus mehreren Phasen bestehen: aus einer Inputphase, in der die Lehrpersonen neues Wissen erwerben, dann der Erprobungsphase, in der sie dieses Wissen im eigenen Unterricht anwenden und erproben und schliesslich aus der Reflexionsphase, in der die Lehrpersonen über die Wirkungen ihres Lehrerhandelns und über das Lernen der Schüler nachdenken und in der sie Rückmeldungen zum eigenen unterrichtlichen Handeln vom Fortbilder erhalten (vgl. Lipowsky, 2013).

Nachhaltigkeit und Breitenwirkung sind eher dann gegeben, wenn die Fortbildungen eine längere zeitliche Ausdehnung aufweisen und wenn sie in ihrer Methodik an den subjektiven

⁴⁸ Teaching And Learning International Survey, eine Lehrerstudie der OECD.

Theorien und Alltagserfahrungen der Teilnehmer/-innen anknüpfen, Feedback anbieten und den Austausch und die Vernetzung zwischen den Lehrkräften anregen (vgl. Lipowsky, 2010).

Die Gedanken des Austausches und der Unterstützung zeigten Haenisch (1994) und Rösken (2008) in Anlehnung an Mutzeck (1988), indem sie darauf hinwiesen, dass „... Nachsorgemassnahmen die in der Fortbildung initiierten Lernprozesse verlängern und stabilisieren ...“ (Haenisch, 1994, S. 2), was bedeutet, dass der Fortbildungsprozess durch unterstützende Folgeveranstaltungen im Anschluss an das Kernprogramm wirkungsvoll erweitert werden kann.

5.5.3 Persönliches Fazit

Veränderungsprozesse beinhalten Chancen und Potenzial für Entwicklungen bzw. Erweiterungen des Verhaltensrepertoires der Lehrperson. Damit sind die professionellen Kompetenzen einer Lehrperson angesprochen, welche einen wichtigen Beitrag zum erfolgreichen unterrichtspraktischen Handeln leisten: persönliche Kompetenz, soziale Kompetenz, methodische (fachdidaktische) Kompetenz und die fachliche Kompetenz (vgl. Negri, 2010). Im Bereich der persönlichen und sozialen Kompetenzen spielt die Berufsbiografie einer Lehrperson eine zentrale Rolle, die methodischen und fachlichen Kompetenzen umfassen das Professionswissen. Mittels Fortbildung, wie sie in der vorliegenden Studie umgesetzt worden ist, wird Veränderung initiiert, in der Hoffnung, dass diese sich positiv auswirkt und als Professionalisierungsmassnahme angesehen wird (vgl. Huber, 2009a).

Veränderungs- und Entwicklungsprozesse bergen jedoch auch Risiken und Unvorhergesehenes in sich. Sich auf etwas Neues und Unbekanntes einzulassen, kann aus der Biografie heraus, bei Lehrpersonen zu Unsicherheiten führen und ein Verharren am Ort bzw. Zurückgreifen auf Altbewährtes auslösen. Daher sind die behutsame Gestaltung eines Veränderungsprozesses und das schrittweise Vorwärtsgen zentral (vgl. Horster/Rolff, 2006).

Letztendlich sind Veränderungsprozesse immer auch ein Zusammenspiel von verschiedenen Akteuren einerseits, wie Kollegium, Schulleitung und Schulbehörde, aber andererseits auch von Rahmenbedingungen, wie Zeitgefässen, Strukturen und finanziellen Mitteln (vgl. Horster/Rolff, 2006).

Zum Schluss im Sinne einer Abrundung ist Folgendes zu konstatieren: INTeB = Innovation naturwissenschaftlich-technischer Bildung. Passend zum Projekttitel, aber auch passend zur Bandbreite, welche Veränderung in sich birgt, steht das folgende Zitat des englischen Ökonomen John Maynard Keynes (1883–1946): „Die grösste Schwierigkeit der Welt besteht nicht darin, Leute zu bewegen, neue Ideen anzunehmen, sondern alte zu vergessen.“

IV. Literaturverzeichnis

- Abel, J./Möller, R./Treumann, K. P. (1998): Einführung in die empirische Pädagogik. Stuttgart: W. Kohlhammer.
- Abel, J./Faust, G. (Hrsg.) (2010): Wirkt Lehrerbildung? Antworten aus der empirischen Forschung. Münster: Waxmann.
- Abell, S. K. (2007): „Research on science teacher knowledge“. In: S. K. Abell/N. G. Ledermann (Hrsg.). Handbook of Research on Science Education. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates. S. 1105–1149.
- Aebli, H. (1981): Denken: Das Ordnen des Tuns. Band II: Denkprozesse. Stuttgart: Klett
- Affolter, B./Brühwiler, Ch. (2011): Skalenhandbuch (unveröffentlicht) TEDS-M Studie. St. Gallen: PHSG. Institut für Professionswissen.
- Altrichter, H./Posch, P. (1998): Lehrer erforschen ihren Unterricht. Eine Einführung in die Methoden der Aktionsforschung. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Altrichter, H./Posch, P. (2007): Lehrerinnen und Lehrer erforschen ihren Unterricht. Unterrichtsentwicklung und Unterrichtsevaluation durch Aktionsforschung. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Arnold, K. H. (2007): „Standards für das Lehren und Lernen des Lehrens: Begründung, Operationalisierung und Evaluation von Standards für die Lehrerbildung“. In: K. Möller/C. Beinhreich/P. Hanke/A. Hein (Hrsg.). Qualität von Grundschulunterricht. Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften, Springer. S. 67–82.
- Atteslander, P. (2010): Methoden der empirischen Sozialforschung. 13. Auflage. Berlin: Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG.
- Ball, D. L./Lubienski, S. D./Mewborn, D. S. (2003): „Research on teaching mathematics. The unsolved problem of teachers' mathematical knowledge“. In: V. Richardson (Hrsg.). Handbook of research on teaching. 4. Auflage. Washington DC: American Educational Research Association. S. 433–456.
- Baumert, J./Lehmann, R./Lehrke, M. (1997): TIMSS – Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich. Deskriptive Befunde. Opladen: Leske & Budrich.
- Baumert, J. et al. (2000a): TIMSS/III – Deutschland. Der Abschlussbericht. MPG Berlin.
- Baumert, J./Köller, O. (2000b): „Motivation, Fachwahlen, selbstreguliertes Lernen und Fachleistungen im Mathematik- und Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe“. In: J. Baumert/W. Bos/R. Lehmann (Hrsg.). Dritte internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie – Mathematische und naturwissenschaftliche Bildung am Ende der Schulbahn. Unterkapitel IV in Band II: TIMSS – Mathematische und physikalische Kompetenzen am Ende der gymnasialen Oberstufe. Opladen: Leske + Budrich. S. 181–213.
- Baumert, J./Kunter, M. (2006a): „Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften“. In: Zeitschrift für Erziehungswissenschaft 9 (4). S. 469–520.
- Baumert, J. et al. (2006b): COACTIV: Professionswissen von Lehrkräften, kognitiv aktivierender Mathematikunterricht und die Entwicklung von mathematischer Kompetenz. Berlin: Max Planck Institut für Bildungsforschung.

- Baumert, J. et al. (2010): „Teacher’s Mathematical Knowledge. Cognitive Activation in the Classroom, and Student Progress“. In: American Educational Research Journal 59 (5). S. 133–180.
- Beck, E. et al. (2008): Adaptive Lehrkompetenz. Analyse und Struktur, Veränderung und Wirkung handlungssteuernden Lehrerwissens. Münster: Waxmann.
- Behrmann, D. (2001): „Verzahnung von akademischer Ausbildung und wissenschaftlicher Weiterbildung zur Entwicklung von Professionswissen“. In: J. Wittpoth et al. (Hrsg.). Beiheft zum Report. Professionswissen und erwachsenen pädagogisches Handeln. Dokumentation der Jahrestagung der Sektion Erwachsenenbildung der Deutschen Gesellschaft für Erziehungswissenschaft DGfE. Bielefeld: Bertelsmann Verlags GmbH. S. 125–139.
- Bell, D. (1985): Die Sozialwissenschaften seit 1945. Frankfurt a. M.: Campus.
- Besser, M./Krauss, S. (2009): „Zur Professionalität als Expertise“. In: O. Zlatkin-Troitschanskaia et al. (Hrsg.). Lehrerprofessionalität: Bedingungen, Genese, Wirkungen und ihre Messung. Weinheim; Basel: Beltz. S. 71–82.
- Bildungsdepartement des Kantons St. Gallen (2008): Bildungs- und Lehrplan Volksschule Kanton St.Gallen. Rorschach: Kantonaler Lehrmittelverlag St. Gallen.
- Birbaumer, N. et al. (Hrsg.) (1998): Enzyklopädie der Psychologie. Bd. 6.. Göttingen: Hogrefe-Verlag.
- Blömeke, S. (2003): Lehrerausbildung – Lehrerhandeln – Schülerleistungen. Perspektiven nationaler und internationaler empirischer Bildungsforschung. Antrittsvorlesung Humboldt-Universität Berlin. Heft 139. URL: <http://edoc.huberlin.de> [Stand: 28.03.2013].
- Blömeke, S./Reinhold, P./Tulodziecki, G. (2004): Handbuch Lehrerbildung. Braunschweig: Westermann.
- Blömeke, S./Kaiser, G./Lehmann, R. (Hrsg.) (2008): Professionelle Kompetenz angehender Lehrerinnen und Lehrer. Münster; New York: Waxmann.
- Blömeke, S. et al. (2009): „TEDS-M: Messung von Lehrerkompetenzen im internationalen Vergleich“. In: O. Zlatkin-Troitschanskaia et al. (Hrsg.). Lehrerprofessionalität: Bedingungen, Genese, Wirkungen und ihre Messung. Weinheim; Basel: Beltz. S. 181–210.
- Blömeke, S./Kaiser, G./Lehmann, R. (Hrsg.) (2010): TEDS-M 2008 – Professionelle Kompetenz und Lerngelegenheiten angehender Primarstufenlehrkräfte im internationalen Vergleich. Münster: Waxmann.
- Blömeke, S. et al. (2014). „Von der Lehrerbildung in den Beruf – Fachbezogenes Wissen als Voraussetzung für Wahrnehmung, Interpretation und Handeln im Unterricht“. In: Zeitschrift für Erziehungswissenschaft 17 (2014). S. 509–542. Online publiziert am 27. August 2014. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Bonsen, M. (2005): „Professionelle Lerngemeinschaften in der Schule“. In: H. G. Holtappels/K. Höhmann (Hrsg.). Schulentwicklung und Schulwirksamkeit. Weinheim, München: Juventa. S. 180–195.
- Bonsen, M. (2010): „Schulleitungshandeln“. In H. Altrichter/K. Maag Merki (Hrsg.). Handbuch Neue Steuerung im Schulsystem. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften. S. 277–294.

- Borowski, A. et al. (2010): „Professionswissen von Lehrkräften in den Naturwissenschaften (ProwiN) – Kurzdarstellung des BMBF-Projekts“. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 16 (2010). S. 341–349.
- Borowski, A. et al. (2011): „Vergleich des Fachwissens von Studierenden, Referendaren und Lehrenden in der Physik“. In: Physik und Didaktik in Schule und Hochschule. PhDid 1/10. S. 1–9.
- Bortz, J./Döring, N. (2006): Forschungsmethoden und Evaluation. Für Human- und Sozialwissenschaftler. 4., überarb. Auflage. Berlin: Springer.
- Bos, W. et al. (Hrsg.) (2009): TIMSS 2007. Dokumentation der Erhebungsinstrumente zur „Trends in international mathematics and science study“. Münster: Waxmann.
- Bos, W. et al. (Hrsg.) (2010): IGLU 2006. Dokumentation der Erhebungsinstrumente zur „Internationalen Grundschul-Lese-Untersuchung“. Münster: Waxmann.
- Bos, W. et al. (Hrsg.) (2012): TIMSS 2011. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich. Münster; New York; München; Berlin: Waxmann.
- Brunner, M. et al. (2006): „Welche Zusammenhänge bestehen zwischen dem fachspezifischen Professionswissen von Mathematiklehrkräften und ihrer Ausbildung sowie beruflichen Fortbildung“. In: Zeitschrift für Erziehungswissenschaft. 9 (4). S. 521–544.
- Bromme, R. (1997): „Kompetenzen, Funktionen und unterrichtliches Handeln der Lehrer“. In: F. E. Weinert (Hrsg.). Psychologie des Unterrichts und der Schule. Enzyklopädie der Psychologie. Serie I. Band 3.. Göttingen: Hogrefe. S. 177–212.
- Bromme, R. (2004): „Das implizite Wissen der Experten“. In: B. Koch–Priewe/E. U. Kolbe/J. Wildt (Hrsg.). Grundlagenforschung und mikrodidaktische Reformansätze zur Lehrerbildung. Bad Heilbrunn: Klinkhardt. S. 22–48.
- Bromme, R. (2008): „Lehrerexpertise“. In: W. Schneider/M. Hasselhorn (Hrsg.). Handbuch der Pädagogischen Psychologie. Göttingen: Hogrefe. S. 159–167.
- Bühl, A. (2010): PASW 18. Einführung in die moderne Datenanalyse. 12., aktualisierte Auflage. München: Pearson Education Deutschland GmbH.
- Bühner, M. (2011): Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion. 3. aktualisierte und erweiterte Auflage. München: Pearson Education Deutschland GmbH.
- Carpenter, T. P. et al. (1989): Using knowledge of children's mathematics thinking in classroom teaching. An experimental study. In: American Educational Research Journal 26 (4). S. 499–531.
- Clausen, M. (2002): Unterrichtsqualität: Eine Frage der Perspektive? Münster: Waxmann.
- Clausen, M./Reusser, K./Klieme, E. (2003): „Unterrichtsqualität auf der Basis hochinferenter Unterrichtsbeurteilungen“. In: Unterrichtswissenschaft 31. H. 2. S. 122–141.
- Clausen, M. (2004): Online Rater – Inventar zur Unterrichtsqualität, 3. Revision: Universität Mannheim.
- Cochran-Smith, M./Lytle, S. L. (1999): „Relationships of Knowledge and Practice: Teacher Learning in Communities“. In: Review of Research in Education 24 (1999). S. 249–305.
- Cogan, L. S./Schmidt, W. H. (1999): „An examination of instructional practices in six countries“. In: G. Kaiser/E. Luna/I. Huntley (Hrsg.). International comparisons in mathematics education. London: Falmer Press. S. 68–85.

- Desimone, L. et al. (2002): „Effects of professional development on teachers' instruction: Results from a three-year study“. In: Educational Evaluation and Policy Analysis 24 (2). S. 81–112.
- Ditton, H. (2006): „Unterrichtsqualität“. In: K. H. Arnold/U. Sandfuchs/J. Wiechmann (Hrsg.). Handbuch Unterricht.. Bad Heilbrunn: Klinkhardt. S. 235–243.
- Eder, A./Kreutz, M. (2013): „Didaktische Anforderungen an die Fort- und Weiterbildung von Lehrkräften im berufsbildenden Bereich – Entwicklungsperspektiven für Hochschulen am Beispiel Niedersachsens. In: Berufs- und Wirtschaftspädagogik Online 24 (2013). S. 1–20. Frankfurt a. M.: Deutsches Institut für Internationale Pädagogische Forschung (DIPF).
- Eder, F. (1996): „Schul- und Klassenklima. Ausprägung, Determinanten und Wirkungen des Klimas an höheren Schulen“. In: Studien zur Bildungsforschung und Bildungspolitik 8. Innsbruck: Studien-Verlag. S. 343–369
- Einsiedler, W. (2009): „Befunde der Unterrichtsforschung und der psychologischen Forschung als Grundlagen der Didaktik des Sachunterrichts“. URL: <http://www.wolfgang-einsiedler.de> [Stand: 15.11.2015].
- Einsiedler, W. (2013): „Methoden und Prinzipien des Sachunterrichts (Neufassung 2013)“. URL: <http://www.wolfgang-einsiedler.de> [Stand: 15.11.2015].
- Elbaz, F. (1983): Teacher thinking: A study of practical knowledge, London: Croom Helm.
- Ericson, K. A./Krampe, R. T./Tesch-Römer, C. (1993): „The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance“. In: Psychological Review 100. S. 363–406.
- Erziehungsdirektorenkonferenz Deutschschweiz [D-EDK] (2010): Projekt Lehrplan 21.
- Fellmann, A. (2014): „Handlungsleitende Orientierungen und professionelle Entwicklung in der Lehrerbildung“. In: J. Roth/J. Ames (Hrsg.). Beiträge zum Mathematikunterricht 2014. Münster: WTM Verlag. S. 357–360.
- Fend, H. (1998): Qualität im Bildungswesen. Schulforschung zu Systembedingungen, Schulprofilen und Lehrerleistung. Weinheim: Juventa.
- Fend, H. (2006): Neue Theorie der Schule. Wiesbaden: Verlag für Fachwissenschaften.
- Fischler, H. (1989): „Methodische Konzeptionen, Unterrichtsinhalte und Lehrerentscheidungen“. In: K. H. Wiebel (Hrsg.). Zur Didaktik der Physik und Chemie. Band L9. Alsbach: Leuchtturm. S. 58–75.
- Fischler, H./Schröder, H.-J. (2003): „Fachdidaktisches Coaching für Lehrende in der Physik“. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 9. S. 43–62.
- Frey, A./Jung, C. (2011): „Kompetenzmodelle und Standards in Lehrerbildung und Lehrerberuf“. In: E. Terhart/H. Bennewitz/M. Rothland (Hrsg.). Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf. Münster: Waxmann. S. 540–572.
- Frey, A. et al. (2009): PISA 2006 Skalenhandbuch. Dokumentation der Erhebungsinstrumente. Münster u. a.: Waxmann.
- Garet, M. S. et al. (2001): „What Makes Professional Development Effective? Results from a National Sample of Teachers“. In: American Educational Research Journal 38 (4). S. 915–945.

- Geers, U./Alfs, N./Hössle, C. (2009): „Fachdidaktisches Wissen von Lehrkräften zum Thema ‚Ökosysteme‘ sowie zum Kompetenzbereich Bewerten am Beispiel ‚Grüne Gentechnik‘“. In: Erkenntnisweg Biologiedidaktik. Oldenburg: Carl-von-Ossietzky-Universität. Institut für Biologie- und Umweltwissenschaften, AG Biologiedidaktik.
- Gieseke, W./Schäffter, O. (1988): „Durch berufliche Sozialisation zur Professionalität?“. In: W. Gieseke (Hrsg.). Professionalität und Professionalisierung. Bad Heilbrunn: Klinkhardt. S. 11–27.
- Gollwitzer, M./Jäger, R. (2009): Evaluation kompakt. Weinheim: Beltz.
- Good, T. L./Brophy, J. E. (1997): Looking in classroom. 7. Aufl. New York: Longman.
- Gräsel, C./Parchmann, I. (2004): „Implementationsforschung – oder der steinige Weg, Unterricht zu verändern“. In: Unterrichtswissenschaft 32. S. 238–256.
- Grehn, J. (Hrsg.) (1990): Metzler Physik. Stuttgart: J. B. Metzlersche Verlagsbuchhandlung.
- Groeben, N. (1986): Handeln, Tun, Verhalten als Einheiten einer verstehend-erklärenden Psychologie. Tübingen: Francke.
- Groeben, N. et al. (1988): Forschungsprogramm Subjektive Theorien. Eine Einführung in die Psychologie des reflexiven Subjekts. Tübingen: Francke.
- Grossmann, P. (1990): The making of a teacher: Teachers knowledge and teacher education. New York: Teachers College Press.
- Habermas, J. (1981): Theorie des kommunikativen Handelns. (Bd.1: Handlungsrationalität und gesellschaftliche Rationalisierung. Berlin: Suhrkamp.
- Haenisch, H. (1994): Wie Lehrerfortbildung Schule und Unterricht verändern kann – Eine empirische Untersuchung zu den Bedingungen der Übertragbarkeit von Fortbildungserfahrungen in die Praxis. Soest: Landesinstitut für Schule und Weiterbildung.
- Halbheer, U./Reusser, K. (2009): „Innovative Settings und Werkzeuge der Weiterbildung als Bedingung für die Professionalisierung von Lehrpersonen“. In: O. Zlatkin-Troitschanskaia et al. (Hrsg.). Lehrerprofessionalität: Bedingungen, Genese, Wirkungen und ihre Messung. Weinheim; Basel: Beltz. S. 465–476.
- Hallsten, L. (1993): „Burning out: A framework“. In: W. B. Schaufel/C. Maslach/T. Marek (Hrsg.). Professional burnout: recent developments in theory and research.. New York: Taylor & Francis. S. 95–115.
- Harazd, B./Gieseke, M./Rolf, H. G. (2009): Gesundheitsmanagement in Schulen. Köln: Wolters Kluwer.
- Hargreaves, D. (1994): „The new professionalism. The synthesis of professional and institutional development“. In: Teaching and Teacher Education 10. S.423–438.
- Hartig, J./Klieme, E. (Hrsg.) (2007): Möglichkeiten und Voraussetzungen technologiebasierter Kompetenzdiagnostik. Bonn; Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- Hartinger, A./Lange, K. (2014): „Lehrerkompetenzen im Sachunterricht“. In: A. Hartinger/K. Lange (Hrsg.). Sachunterricht. Didaktik für die Grundschule. Berlin: Cornelsen Schulverlage GmbH. S. 25–34.
- Hascher, T./Neuweg, G. H. (Hrsg.) (2012): Forschung zur (Wirksamkeit der) Lehrer/innen/bildung. Münster: LIT.
- Hattie, J. (2009): Visible Learning – A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement. London ; New York: Routledge.

- Hattie, J. (2012): *Visible Learning for teachers: Maximizing impact on learning*. London; New York: Routledge.
- Hellberg-Rode, G./Hemmer, M./Schrüfer, G. (2013): „BNE – Spezifisches Professionswissen von Lehrkräften“. In: J. Mayer et al. (Hrsg.). *THEORIE EMPIRIE PRAXIS. Abstractband. Internationale Tagung der Fachsektion Didaktik der Biologie (FDdB) im VBiO. 16.–20.09.2013*. Kassel: university press GmbH. S. 4–5.
- Helmke, A. (2003): *Unterrichtsqualität erfassen, bewerten, verbessern*. Seelze: Kallmeyer-sche Verlagsbuchhandlung.
- Helmke, A. (2009): *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität – Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts*. Seelze-Velber: Kallmeyer in Verbindung mit Klett.
- Heran-Dörr, E. (2007): *Entwicklung und Evaluation einer Lehrerfortbildung zur Förderung der physikdidaktischen Kompetenzen von Sachkundeunterrichtslehrkräften. Eine explorative Studie*. Berlin: Logos.
- Heran-Dörr, E./Wiesner, H. (2015): „Lehrerfortbildung zur Förderung der physikdidaktischen Kompetenz von Sachkundelehrkräften“. In: D. Höttecke (Hrsg.). *Zur Didaktik der Physik und Chemie*. Bern: Verlag.
- Hericks, U./Stelmaszyk, B. (2010): „Professionalisierungsprozesse während der Berufsbiographie“. In: T. Bohl/C. Schelle/W. Helsper. *Handbuch Schulentwicklung. Theorie – Forschung – Praxis*. Stuttgart: UTB. S. 231–237.
- Hertel, S. (2009): *Beratungskompetenz von Lehrern*. Münster: Waxmann.
- Hertel, S./Bruder, S./Schmitz, B. (2009): „Beratungs- und Gesprächsführungskompetenz von Lehrkräften“. In: O. Zlatkin-Troitschanskaia et al. (Hrsg.). *Lehrprofessionalität. Bedingungen, Genese, Wirkungen und ihre Messung*. Weinheim: Beltz. S. 117–128.
- Herzog, W. (2010): „Erziehung ja, Erziehungskompetenz nein. Eine begriffliche und theoretische Analyse des Erziehungsauftrags von Lehrerinnen und Lehrern“. In: *Beiträge zur Lehrerbildung* 28 (3). S. 379–390.
- Hobfoll, S.E. (1989): „Conversation of ressources. A new attempt at conceptualizing stress“. In: *American Psychologist* 44 (3). S. 513–524.
- Horster, L./Rolff, H. G. (2006): *Unterrichtsentwicklung. Grundlagen einer reflektorischen Praxis*. Weinheim; Basel: Beltz Verlag.
- Huber, St. G. (2009a): „Merkmale guter Fortbildung“. In: St. G. Huber (Hrsg.). *Handbuch für Steuergruppen. Grundlagen für die Arbeit in zentralen Handlungsfeldern..* Köln: Link Luchterhand. S. 183–191.
- Huber, St. G. (2009b): „Wirksamkeit von Fort- und Weiterbildung“. In: O. Zlatkin-Troitschanskaia et al. (Hrsg.). *Lehrprofessionalität: Bedingungen, Genese, Wirkungen und ihre Messung..* Weinheim; Basel: Beltz. S. 451–463.
- Jäger, R./Bodensohn, R. (2007): *Die Situation der Lehrerfortbildung im Fach Mathematik aus Sicht der Lehrkräfte. Ergebnisse einer Befragung von Mathematiklehrern*. Bonn: Deutsche Telekomstiftung.
- Joller-Graf, K. et al. (2014): *Leitartikel zum kompetenzorientierten Unterricht. Begriffe – Hintergründe – Möglichkeiten. Entwicklungsschwerpunkt Kompetenzorientierter Unterricht*. Luzern: Pädagogische Hochschule.
- Jones, S./Forshaw, M. (2012): *Research Methods in Psychology*. London: Pearson.

- Jüttner, M./Spangler, M./Neuhaus, B. J. (2009): „Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Bereichen des Professionswissens von Biologielehrkräften“. In: D. Krüger/A. Upmeyer zu Belzen/T. Riemeier (Hrsg.). Erkenntnisweg Biologiedidaktik. Band 8. Berlin: Universitätsdruckerei Kassel. S. 69–82.
- Jüttner, M./Neuhaus, B.J. (2013): „Das Professionswissen von Biologielehrkräften – ein Vergleich zwischen Biologielehrkräften, Biologen und Pädagogen“. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 19. S. 31–49.
- IEA (The International Association for the Evaluation of Educational Achievement) (2012): Studies. URL: <http://www.iea.nl/studies.html> [Stand: 16.11.2013].
- Ingenkamp, K. H./Lissman, U. (Hrsg.) (2008): Lehrbuch der pädagogischen Diagnostik. Weinheim; Basel: Beltz.
- Kaiser, A. (Hrsg.) (2003): Selbstlernkompetenz. Metakognitive Grundlagen selbstregulierten Lernens und ihre praktische Umsetzung. München 2003.
- Kircher, E./Girwidz, R. /Häussler, P. (Hrsg.) (2009): Physikdidaktik – Theorie und Praxis. 2. Auflage. Berlin; Heidelberg: Springer -Verlag.
- Klahr, D. (2000): Exploring Science. The Cognition and Development of Discovery Process. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Kleickmann, T. et al. (2006): Haben Lehrerfortbildungen einen Effekt auf Leistungszuwächse bei Schülerinnen und Schülern? München: Vortrag auf der 68. Tagung der Arbeitsgruppe Empirische Pädagogische Forschung (AEPF).
- Kleickmann, T. (2008): Zusammenhänge fachspezifischer Vorstellungen von Grundschullehrkräften zum Lehren und Lernen mit Fortschritten von Schülerinnen und Schülern im konzeptuellen naturwissenschaftlichen Verständnis. Dissertation Münster, Westfälische Wilhelms-Universität.
- Kleickmann, T./Vehmeier, J./Möller, K. (2010): „Zusammenhänge zwischen Lehrervorstellungen und kognitiven Strukturen im Unterricht am Beispiel von Scaffolding-Massnahmen“. In: Unterrichtswissenschaft 38/3 (2010). S. 210–228.
- Kleickmann, T. et al. (2013): Erfassung professionellen Wissens von Lehramtsstudierenden – das Projekt KiL. IPN Blätter. Juni 2013. 2/13. 30. Jahrgang. Kiel: Leibnitz Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik.
- Klieme, E./Leutner, D. (2006): „Kompetenzmodelle zur Erfassung individueller Lernergebnisse und zur Bilanzierung von Bildungsprozessen: Beschreibung eines neu eingerichteten Schwerpunktprogramms der DFG“. In: Zeitschrift für Pädagogik 52 (6). S. 876–903.
- Klieme, E. et al. (2007): Bildungsforschung Band 1: Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards – Eine Expertise. Berlin; Bonn: Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- Klusmann, U. (2011): „Belastung und Beanspruchung im Lehrerberuf: Zwischen beruflicher Praxis und unterschiedlichen Forschungsansätzen“. In: E. Terhart/H. Bennewitz/M. Rothland (Hrsg.). Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf. Münster: Waxmann. S. 814–820.
- Kohlberg, L. (1984): Essays in moral development. Band 2. The psychology of moral development. New York: Harper & Row.

- König, J./Blömeke, S. (2009): „Pädagogisches Wissen von angehenden Lehrkräften. Erfassung und Struktur von Ergebnissen der fachübergreifenden Lehrerbildung“. In: Zeitschrift für Erziehungswissenschaft 12. S. 499–527.
- Konrad, K. (2010): Mündliche und schriftliche Befragung, ein Lehrbuch. 6. Auflage. Landau: Verlag empirische Pädagogik.
- Kraler, Ch./Schratz, M. (Hrsg.) (2008): Wissen erwerben, Kompetenzen entwickeln. Modelle zur kompetenzorientierten Lehrerbildung. Münster: Waxmann.
- Kraler, Ch. et al. (2012): Kulturen der Lehrerbildung. Professionalisierung eines Berufsstands im Wandel. Münster: Waxmann.
- Krammer, K. et al. (2013): Referenzrahmen der PH Luzern. Luzern: Pädagogische Hochschule Luzern.
- Krapp, A./Weidmann, B. (2006): Pädagogische Psychologie. 5. vollständige überarbeitete Auflage. Weinheim; Basel: Beltz.
- Krauss, S. et al. (2008a): „Pedagogical content knowledge and content knowledge of secondary mathematics teachers“. In: Journal of Educational Psychology 100 (3). S. 716–725.
- Krauss, S. et al. (2008b): „Die Untersuchung des professionellen Wissens deutscher Mathematik-Lehrerinnen und - Lehrer im Rahmen der COACTIV-Studie“. In: Journal für Mathematik – Didaktik (JMD 29 (2008). H. 3/4. S. 223–258.
- Krauss, S. et al. (2011): „Konzeptualisierung und Testkonstruktion zum fachbezogenen Professionswissen von Mathematiklehrkräften“. In: M. Kunter et al. (Hrsg.). Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV. Münster: Waxmann, S. 135–162.
- Kultusministerkonferenz [KMK] (2004a): Bildungsstandards für den mittleren Schulabschluss. München: Luchterhand, Verlag Wolters Kluwer.
- Kultusministerkonferenz [KMK] (2004b): Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss – Beschluss vom 16.12.2004. Herausgegeben vom Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. München: Luchterhand.
- Kultusministerkonferenz [KMK] (2011): Handreichung für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministerkonferenz. Berlin: Sekretariat der Kultusministerkonferenz.
- Kunter, M./Klusmann, U./Baumert, J. (2009): „Professionelle Kompetenz von Mathematiklehrkräften: Das COACTIV-Modell“. In: O. Zlatkin-Troitschanskaia et al. (Hrsg.). Lehrprofessionalität: Bedingungen, Genese, Wirkungen und ihre Messung. Weinheim; Basel: Beltz. S. 153–166.
- Kunter, M. et al. (Hrsg.) (2011): Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV. Münster: Waxmann.
- LCH Dachverband Schweizer Lehrerinnen und Lehrer (2008): LCH – Berufsleitbild – LCH – Standesregeln. Zürich.
- Labudde, P./Duit, R. (2007): „Zum Design einer bi-nationalen Videostudie zum Physikunterricht“. In: D. Höttecke, (Hrsg.). Naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich. Münster: Lit. S. 631–633.

- Lange, K./Ewerhardy, A. (2014): „Naturwissenschaftliches Lehrer und Lernen“. In: A. Hartinger/K. Lange, (Hrsg.). Sachunterricht. Didaktik für die Grundschule. Berlin: Cornelsen Schulverlage GmbH. S. 35–56.
- Lipowsky, F. (2004): „Was macht Fortbildung für Lehrkräfte erfolgreich? Befunde der Forschung und mögliche Konsequenzen für die Praxis“. In: Die Deutsche Schule (4). S. 462–479.
- Lipowsky, F. (2007): „Unterrichtsqualität in der Grundschule – Ansätze und Befunde der nationalen und internationalen Forschung“. In F. Lipowsky (Hrsg.). Qualität von Grundschulunterricht. Berlin; Heidelberg; New York: Springer. S. 35–49.
- Lipowsky, F. (2009): „Unterricht“. In: E. Wild/J. Möller (Hrsg.). Pädagogische Psychologie. Berlin: Springer. S. 73–101.
- Lipowsky, F. (2010): „Lernen im Beruf. Empirische Befunde zur Wirksamkeit von Lehrerfortbildung“. In: F. H. Müller et al. (Hrsg.). Lehrerinnen und Lehrer lernen. Konzepte und Befunde zur Lehrerfortbildung. Münster: Waxmann. S. 39–58.
- Lipowsky, F./Rzejak, D. (2012): „Lehrerinnen und Lehrer als Lerner – Wann gelingt der Rollentausch? Merkmale und Wirkungen wirksamer Lehrerfortbildungen“. In: Schulpädagogik heute 5 (2012). S.1–17.
- Lipowsky, F. (2013): „Sich selbst als wirksam erfahren – ein Schlüssel für erfolgreiches Lernen von Lehrerinnen und Lehrer“. Interview zum Thema Lehrerfortbildungen. In: Zeitschrift Podium Schule 2013/2014. Gütersloh: Bertelsmann Stiftung. S. 8–9.
- Leutner, D. et al. (2004): „Problemlösen“. In: PISA Konsortium Deutschland (Hrsg.). PISA 2003. Münster: Waxmann. S. 147–175.
- Loch, C./Lindmeier, A./Heinze, A. (2014): „Elementare Validität der KiL-Masse für fachdidaktisches Wissen und Fachwissen im schulischen Kontext von Lehramtsstudierenden der Mathematik“. In: J. Roth/J. Ames (Hrsg.). Beiträge zum Mathematikunterricht 2014. Münster: WTM Verlag. S. 759–762.
- Long, J. F./Hoy, A. W. (2006): „Interested instructors: A composite portrait of individual differences and effectiveness“. In: Teaching and Teacher Education 22 (1). S. 58–76.
- Loucks-Horsley, S. (2003): Designing Professional Development for Teachers of Science and Mathematics. 2. Aufl.. Thousand Oaks: Corwin Press.
- Lück, G./Theis, B. (2003): Handbuch der naturwissenschaftlichen Bildung: Theorie und Praxis für die Arbeit in Kindertagesstätten. Freiburg: Herder.
- Messner, H./Reusser, K. (2000a): „Berufliches Leben als lebenslanger Prozess“. In: Beiträge zur Lehrerbildung 18. S. 277–294.
- Messner, H./Reusser, K. (2000b): „Berufliche Entwicklung von Lehrpersonen als lebenslanger Prozess“. In: Beiträge zur Lehrerbildung 18. S. 157–171.
- Meyer, H. (2004): Was ist guter Unterricht? 5. Auflage. Berlin: Cornelsen Verlag.
- Möller, K. et al. (2006): „Naturwissenschaften in der Primarstufe. Zur Förderung konzeptuellen Verständnisses durch Unterricht und Wirksamkeit von Lehrerfortbildungen“. In: M. Prenzel/L. Allolio-Näcke (Hrsg.). Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule. Münster: Waxmann. S. 161–193.

- Möller, K. et al. (2008): Lernen mit der Klasse(n)kiste „Schwimmen und Sinken“ im Sachunterricht der Grundschule. Ergebnisse einer Befragung von Grundschullehrkräften. Münster: Westfälische Wilhelms-Universität.
- Moser, H. (2010): Einführung in die Medienpädagogik. Aufwachsen im Medienzeitalter. 5., veränderte Aufl. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Muckenfuss, H. (1995): Lernen im sinnstiftenden Kontext. Berlin: Cornelsen.
- Müller, J. (2011): Empirische Projektarbeit im Rahmen des IBH Masterstudienganges „Schulentwicklung“ zum Thema: Erhebungsinstrument für Professionswissen bei Lehrpersonen im Rahmen des IBH Projektes INTeB. Weingarten/Sargans.
- Müller, K. (2012): Ausbildung, Berufseinstieg und bisheriger Karriereverlauf aus der Retrospektive von Abgängerinnen und Abgängern deutschschweizerischer Pädagogischer Hochschulen. Dissertation. Bern: Selbstverlag.
- Müller, R./Wodzinski, R./Hopf, M. (Hrsg.) (2004): Schülervorstellungen in der Physik. Köln: Aulis.
- Mutzeck, W. (1988): Von der Absicht zum Handeln. Rekonstruktion und Analyse Subjektiver Theorien zum Transfer von Fortbildungsinhalten in den Berufsalltag. Weinheim: Deutscher Studien Verlag.
- Negri, Ch. (2010): Angewandte Psychologie für die Personalentwicklung. Konzepte und Methoden für Bildungsmanagement, betriebliche Aus- und Weiterbildung. Berlin; Heidelberg; New York: Springer.
- Neuhaus, B. (2007): „Unterrichtsqualität als Forschungsfeld für empirische biologiedidaktische Studien“. In D. Krüger/H. Vogt (Hrsg.). Theorien in der biologiedidaktischen Forschung. Band 6. Berlin; Heidelberg; New York: Springer. S. 243–254.
- Nolda, S. (2001): „Wissen“: In: R. Arnold et al. (Hrsg.). Wörterbuch Erwachsenenpädagogik.. Bad Heilbrunn: Klinkhardt. S. 337–340.
- Oliver, J. S./Park, S. (2007): „Revisiting the Conceptualisation of Pedagogical Content Knowledge (PCK): PCK as a Conceptual Tool to Understand Teachers as Professionals“. In: Res Sci Edu 38 (2008). S. 261–284.
- Oser, F. (1992): „Morality in professional action: A discourse approach for teaching“. In: F. K. Oser/A. Dick/J. L. Patry (Hrsg.). Effective and responsible teaching. The new synthesis. San Francisco: Jossey-Bass Publishers. S. 109–125.
- Oser, F. (2001a): „Standards: Kompetenzen von Lehrpersonen“. In: F. Oser/J. Oelkers (Hrsg.). Die Wirksamkeit der Lehrerbildungssysteme. Von der Allrounderbildung zur Ausbildung professioneller Standards. Chur: Rüegger. S. 215–342.
- Oser, F. (2001b): „Modelle der Wirksamkeit in der Lehrer- und Lehrerinnenausbildung“. In: F. Oser/J. Oelkers (Hrsg.). Die Wirksamkeit der Lehrerbildungssysteme. Von der Allrounderbildung zur Ausbildung professioneller Standards. Chur: Rüegger. S. 67–96.
- Oser, F./Baeriswyl, F. (2001): „Choreographies of Teaching: Bridging Instruction to Learning“. In: V. Richardson (Hrsg.). Handbook of Research on Teaching. 4. Aufl. Washington: American Educational Research Association. (deutsche Übersetzung). S. 1031–1065.
- Oser, F./Heinzer, S. (2010): „Was die Lehrerbildung vergisst: Kompetenzprofile für erzieherisches Handeln“. In: Beiträge zur Lehrerbildung 28(3). S. 361–378.

- Petko, D. et al. (2003): „Methodologische Überlegungen zur videogestützten Forschung in der Mathematikdidaktik“. In: Zentralblatt für Didaktik der Mathematik 35 (6). S. 265–280.
- Reinisch, H. (2009): „Lehrerprofessionalität‘ als theoretischer Term: Eine begriffssystematische Analyse“. In: O. Zlatkin-Troitschanskaia et al. (Hrsg.). Lehrerprofessionalität: Bedingungen, Genese, Wirkungen und ihre Messung. Weinheim; Basel: Beltz. S. 33–44.
- Reischmann, J. (2001): „Ist Professionswissen lehrbar?“. In: J. Wittpoth et al. (Hrsg.). Beiheft zum Report. Professionswissen und erwachsenen pädagogisches Handeln. Dokumentation der Jahrestagung der Sektion Erwachsenenbildung der Deutschen Gesellschaft für Erziehungswissenschaft DGfE. Bielefeld: Bertelsmann Verlags GmbH. S. 81–89.
- Reischmann, J. (2003). Weiterbildungsevaluation. Neuwied; Kriftel: Luchterhand.
- Reusser, K./Messner, H. (2002): „Das Curriculum der Lehrerinnen- und Lehrerbildung – ein vernachlässigtes Thema“. In: Beiträge zur Lehrerbildung (3). S. 282–290.
- Reusser, K./Pauli, C. (2003): Mathematikunterricht in der Schweiz und in weiteren sechs Ländern. Bericht über die Ergebnisse einer internationalen und schweizerischen Video-Unterrichtsstudie. Universität Zürich: Pädagogisches Institut.
- Reusser, K. (2014): „Grundlagen für kompetenzorientiertes Unterrichten. Was sind gute Aufgaben im Zusammenhang mit kompetenzorientiertem Unterricht“. Interview: Ackermann, P. Zürich: Universität. Institut für Erziehungswissenschaften.
- Reyer, T. (2004): Oberflächenmerkmale und Tiefenstrukturen im Unterricht. Berlin: Logos.
- Rösken, B. (2008): „Zu innovativen Aspekten von Lehrerfortbildung“. In: E. Vasarhelyi (Hrsg.). Beiträge zum Mathematikunterricht – Vorträge auf der 42. Tagung für Didaktik der Mathematik. Budapest: Franzbecker. S. 595–598.
- Rosenshine, B./Stevens, R. (1986): „Teaching functions“. In: M. C. Wittrock (Hrsg.). Handbook of research on teaching. New York: Maxmillan. S. 376–391.
- Rost, J. (2005): „Messung von Kompetenzen Globalen Lernens“. In: Zeitschrift für internationale Bildungsforschung und Entwicklungspädagogik 2 (2005). S. 14–18.
- Roth, H. (1971): Pädagogische Anthropologie Band II. Entwicklung und Erziehung. Grundlagen einer Entwicklungspädagogik. Hannover: Schroedel Verlag.
- Rost, J. et al. (2004): Naturwissenschaftliche Bildung in Deutschland. Methoden und Ergebnisse von PISA 2000. Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften, Springer.
- Scardamalia, M./Bereiter, C. (2006): „Knowledge building: Theory, pedagogy, and technology“. In: K. Sawyer (Hrsg.). The Cambridge handbook of the learning sciences. New York: Cambridge University Press. S. 97–115.
- Schaarschmidt, U. (2009): „Beanspruchung und Gesundheit im Lehrberuf“. In: O. Zlatkin-Troitschanskaia et al. (Hrsg.). Lehrerprofessionalität: Bedingungen, Genese, Wirkungen und ihre Messung,. Weinheim; Basel: Beltz. S. 605–616.
- Schirmer, D. (2009): Empirische Methoden der Sozialforschung. Grundlagen und Techniken. Paderborn: Wilhelm Fink GmbH & Co. Verlags-KG.
- Schmelzing, S. et al. (2010): „Fachdidaktisches Wissen und Reflektieren im Querschnitt der Biologielehrerbildung“. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 16. S. 189–207.

- Schmich, J./Schreiner, C. (Hrsg.) (2010): BIFIE-Report 4/2010: TALIS 2008: Schule als Lernumfeld und Arbeitsplatz. Vertiefende Analysen aus österreichischer Perspektive. Graz: Leykam.
- Schmidkunz, H./Lindemann, H. (1992): Das forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren. Hohenwarsleben: Westarp.
- Schmidt, W. H. et al. (1996): Characterizing pedagogical flow. An investigation of mathematics and science teaching in six countries. Dordrecht: Kluwer.
- Schmidt, M./Fricke, K./Rumann S. (2015): „Sachunterricht als vielperspektivisches Fach und die universitäre Ausbildung von Sachunterrichtslehrkräften – Eine Studie zum Zusammenhang von Ausbildung, Erfahrung und Professionswissen“. In: H. J. Fischer/H. Giest/K. Michalik (Hrsg.). Bildung im und durch Sachunterricht.. Bad Heilbrunn: Klinkhardt. S. 269–274.
- Schnell, R./Hill, P./Esser, E. (2005): Methoden der empirischen Sozialforschung. München: Oldenbourg.
- Scholz, Ch. (Hrsg.) (2010): Vahlers grosses Personallexikon – Sonderausgabe. München: Verlag Franz Vahlen GmbH.
- Schrader, F. W. (2006): „Diagnostische Kompetenz von Eltern und Lehrern“. In: D. H. Rost (Hrsg.). Handwörterbuch Pädagogische Psychologie. 3. überarb. erw. Aufl. Weinheim: Beltz PVU. S. 95–100.
- Schatz, M. (2012): „Die Neuordnung der Lehrerbildung in Österreich“. In: Schulpädagogik heute 5 (2012). Immenhausen: Prolog-Verlag.
- Schultis, T./Holzapfel, L./Leuders, T. (2014): „Wirksamkeit einer Fortbildung zum produktiven Üben im Mathematikunterricht“. In: J. Roth/J. Ames (Hrsg.). Beiträge zum Mathematikunterricht 2014. Münster: WTM Verlag. S. 1111–1114.
- Schulz, P. et al. (2014): Projekt PROfessio – Wissen und Handeln in der Sprachförderung zwischen KiTa und Grundschule. Vortrag von Müller, A./Geyer, S. (2015) zum Thema „Der Einfluss einer Fortbildung mit videobasierter Supervision auf das sprachliche Handeln pädagogischer Fachkräfte (PFK) in der vorschulischen Sprachförderung, Basel: Tagung „Erwerb und die Förderung bildungssprachlicher Fähigkeiten in pädagogischen Einrichtungen“ [25. Juni 2015].
- Schwippert, K. (2001): Optimalklassen: mehrbenenanalytische Untersuchungen: Eine Analyse hierarchisch strukturierter Daten am Beispiel des Leseverständnisses. Münster: Waxmann.
- Scott, P./Asoko, H./Leach, J. (2007): „Student Conceptions and Conceptual Learning in Science“. In: S. Abell/N. Ledermann (Hrsg.). Handbook of Research on Science Education. Mahwah, N.J.: Erlbaum. S. 31–56.
- Seidel, T. et al. (2006): „Unterrichtsmuster und ihre Wirkungen. Eine Videostudie im Physikunterricht“. In: M. Prenzel/L. Allolio-Näcke (Hrsg.). Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule. Abschlussbericht des DFG-Schwerpunktprogramms. Münster: Waxmann. S. 99–123.
- Seidel, T./Prenzel, M. (2007): „Wie Lehrpersonen Unterricht wahrnehmen und einschätzen – Erfassung pädagogisch-psychologischer Kompetenzen mit Videosequenzen“. In: Zeitschrift für Erziehungswissenschaft 10 (Sonderheft 8). S. 201–216.

- Selman, R. L. (1980): *The growth of interpersonal understanding*. New York: Academic Press.
- SINUS-Forschungsprogramm (1998): „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“. URL: www.sinus-transfer.de. [Stand: 14.06.2014].
- Shulman, L. S. (1986): „Those who understand: Knowledge growth in teaching“. In: *Educational Researcher* 15 (2). S. 4–14.
- Shulman, L. S. (1987): „Knowledge and teaching: Foundations of the new reform“. In: *Harvard Educational Review* 57 (1). S. 1–21.
- Shulman, L. S. (1998): „Theory, practise in the education of professionals“. In: *The Elementary School Journal* 98 (5). S. 511–526.
- Shulman, L. S. (2004): „Fostering communities of teachers as learners: disciplinary perspectives“. In: *Journal of Curriculum Studies* 36 (2). S. 135–140.
- Stanat, P. et al. (2002): *PISA 2000: Eine Studie im Überblick. Grundlagen, Methoden und Ergebnis*. Max-Planck-Institut für Bildungsforschung. Berlin. URL: http://www.mpib-berlin.mpg.de/pisa/PISA_im_Ueberblick.pdf [Stand: 30.03.2013].
- Statistische Angaben zum Verteilungsverhältnis männliche und weibliche Lehrpersonen. URL: www.statistik.baden-wuerttemberg.de [Stand: 20.8.2014]; www.statistik.at [Stand: 20.08.2014]; www.bfs.admin.ch. [Stand: 20.8.2014].
- Staub, F. (2004): „Fachspezifisch – Pädagogisches Coaching: Ein Beispiel zur Entwicklung von Lehrerfortbildung und Unterrichtskompetenz als Kooperation“. In: *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft. Beiheft 3*. S. 113–141.
- Staub, F. C./Stern, E. (2002): „The nature of teachers' pedagogical content matters for students' achievement gains. Quasi-experimental evidence from elementary mathematics“. In: *Journal of Educational Psychology* 94 (2). S. 344–355.
- Steffens, U./Höfer, D. (2011): „Was ist das Wichtigste beim Lernen? Die pädagogisch-konzeptionellen Grundlinien der Hattieschen Forschungsbilanz aus über 50.000 Studien.“ Beitrag für die Zeitschrift *SchulVerwaltung*, Ausgabe Hessen/Rheinland-Pfalz. (voraussichtlich Heft 11/2011). Wiesbaden: Institut für Qualitätsentwicklung.
- Steffens, U./Höfer, D. (2012): Hintergrundartikel zur Studie von John Hattie („Visible Learning“, 2009). Wiesbaden: Institut für Qualitätsentwicklung.
- Stehr, N. (1994): *Arbeit, Eigentum und Wissen: Zur Theorie von Wissensgesellschaften*. Berlin: Suhrkamp.
- Steiner, G. (2006): „Lernen und Wissenserwerb“. In: A. Krapp/B. Weidenmann (Hrsg.). *Pädagogische Psychologie*. 5. vollständige überarbeitete Auflage. Weinheim; Basel: Beltz. S. 137–200.
- Sunder, C./Todorova, M./Möller, K. (2015): „Professionelle Unterrichtswahrnehmung angehender Lehrkräfte durch den Einsatz von Videos fördern“. In: H. J. Fischer/H. Giest/K. Michalik (Hrsg.). *Bildung im und durch Sachunterricht*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt. S. 217–222.
- Tausch, R. (1998): „Personenzentrierte Unterrichtung und Erziehung“. In D. H. Rost (Hrsg.). *Handwörterbuch der Pädagogischen Psychologie*(.). Beltz: Weinheim. S. 642 ff.

- Tenorth, H. E. (2004): „Bildungsminimum und Lehrfunktion. Eine Apologie der Schulpflicht und eine Kritik der ‚therapie‘-orientierten pädagogischen Professionstheorie.“ In: S. Gruehn/G. Kluchert/T. Koinzer (Hrsg.). Was Schule macht. Achim Leschinsky zum 60. Geburtstag. Weinheim: Beltz. S. 15–29.
- Tenorth, H. E./Tippelt, R. (2007): Lexikon Pädagogik. Weinheim; Basel: Beltz.
- Tepner, O. et al. (2012): „Modell zur Erfassung des Professionswissens von Lehrkräften in den Naturwissenschaften“. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 18. S. 7–28.
- Terhart, E. (2002): „Standards für die Lehrerbildung. Eine Expertise für die Kultusministerkonferenz“. URL: [http://miami.unimuenster.de/servlets/DerivateServlet/Derivate1151 / Standards_für_die_Lehrerbildung_Eine_Expertise_fuer_die_Kultusministerkonferenz.pdf](http://miami.unimuenster.de/servlets/DerivateServlet/Derivate1151/Standards_für_die_Lehrerbildung_Eine_Expertise_fuer_die_Kultusministerkonferenz.pdf) [Stand: 22.02.2013].
- Terhart, E. (2004): „Struktur und Organisation der Lehrerbildung in Deutschland“. In: S. Blömeke et al. (Hrsg.). Handbuch Lehrerbildung. Bad Heilbrunn: Klinkhardt. S. 37–59.
- Terhart, E. (2006): „Was wissen wir über gute Lehrer?“. In: Zeitschrift für Pädagogik 58 (5). S. 42–47.
- Terhart, E. (2011): „Die Beurteilung von Schülern als Aufgabe des Lehrers“. In: E. Terhart/H. Bennewitz/M. Rothland (Hrsg.). Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf. Münster: Waxmann. S. 699–717.
- Trendel, G./Wackermann, R./Fischer, H. E. (2007): „Lernprozessorientierte Fortbildung von Physiklehrern“. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 13. S. 9–31.
- Trendel, G./Wackermann, R./Fischer, H. E. (2008): „Lernprozessorientierte Fortbildung von Physiklehrern“. In: Zeitschrift für Pädagogik 54 (3). S. 322–340.
- Turner, J. C. et al. (1998): „Creating contexts for involvement for mathematics“. In: Journal of Educational Psychology 90 (4). S. 730–745.
- Urban, D./Mayerl, J. (2006): Regressionsanalyse: Theorie, Technik und Anwendung 2., überarbeitete Auflage. Wiesbaden: VS Verlag.
- Vogt, F./Meier, A. (2009): Lernen in Lernwerkstätten. Fragebogen für Lehrpersonen. St. Gallen: PHSG, Institut für Lehr- und Lernforschung.
- Von Kotzebue, L. (2014): Diagrammkompetenz als biologiedidaktische Aufgabe für die Lehrerbildung: Konzeption, Entwicklung und empirische Validierung eines Strukturmodells zum diagrammspezifischen Professionswissen im biologischen Kontext. Dissertation. München: TUM School of Education.
- Wagner, S. (2014): Handeln von Lehrpersonen beim naturwissenschaftlichen Lernen. Eine videobasierte Analyse des Unterstützungshandelns und seiner Bezüge zu Lehrervorstellungen. Dissertation. Weingarten: PH. OPUS W. elektronische Hochschulschriften.
- Wahl, D. (2001): „Nachhaltige Wege vom Wissen zum Handeln“. In: Beiträge zur Lehrerbildung 19 (2). S. 157–174.
- Wahl, D. (2002): „Mit Training vom trägen Wissen zum kompetenten Handeln?“. In: Zeitschrift für Pädagogik 48. S. 227–241.
- Wackermann, R./Trendel, G./Fischer, H. E. (2007): „Lernprozessorientierte Fortbildung in Physik“. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 13. S. 9–31.

- Wackermann, R. (2008): Überprüfung der Wirksamkeit eines Basismodell-Trainings für Physiklehrer. Berlin: Logos.
- Weinert, F. E. (2001): „Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit“. In: F. E. Weinert (Hrsg.). Leistungsmessung in Schulen. Weinheim; Basel: Beltz. S. 17–31.
- Weinert, F. E./Schrader, F. W./Helmke, A. (1990): „Unterrichtsexpertise – ein Konzept zur Verringerung der Kluft zwischen zwei theoretischen Paradigmen“. In: L.-M. Alisch/J. Baumert/K. Beck (Hrsg.). Professionswissen und Professionalisierung. Braunschweiger Studien zur Erziehungs- und Sozialarbeitswissenschaft. Bd. 28. Braunschweig: Technische Universität, Seminar für Soziologie und Sozialarbeitswissenschaft in Zusammenarbeit mit der Zeitschrift „Empirische Pädagogik“. S. 173–206.
- Wenner, G. (1995): „Science knowledge and efficacy among preservice elementary teachers: A follow-up study“. In: Journal of Science Education and Technology 4 (4). S. 307–315.
- Wild, E./Hofer, M./Pekrun, R. (2006): „Psychologie des Lernens“. In: A. Krapp/B. Weidenmann (Hrsg.). Pädagogische Psychologie. 5. vollständige überarbeitete Auflage. Weinheim; Basel: Beltz. S. 205–267.
- Wittenberg, R. (1991): Computerunterstützte Datenanalyse. Stuttgart: Gustav Fischer.
- Zutavern, M. (2011): „Notwendig? Selbstverständlich? Lernbar? Berufsmoral in der Ausbildung von Lehrerinnen und Lehrern“. In: Journal für Lehrerinnen- und Lehrerbildung 11 (1). S. 7–14.
- Zutavern, M. et al. (2012): Referenzrahmen der PH Luzern. Luzern: PH.

V. Anhang: Instrumente

Fachwissentest

CK⁴⁹_Testheft L1

CK_Testheft L2

CK_Testheft L3

IG_I (Interventionsgruppe I mit Fortbildungsfokus „Fachdidaktik“)

Erhebungsbogen PCK⁵⁰_PK⁵¹_IG_I_T1

Erhebungsbogen PCK_PK_IG_I_T2

Erhebungsbogen PCK_PK_IG_I_T3

IG_{II} (Interventionsgruppe II mit Fortbildungsfokus „Fachwissen“)

Erhebungsbogen PCK_PK_IG_{II}_T1

Erhebungsbogen PCK_PK_IG_{II}_T2

Erhebungsbogen PCK_PK_IG_{II}_T3

KG (Kontrollgruppe)

Erhebungsbogen PCK_PK_KG_T1

Erhebungsbogen PCK_PK_KG_T2

Skalen_Variabeln

PCK_PK_T1_Skalen_Variabeln

PCK_PK_T2_Skalen_Variabeln

PCK_PK_T3_Skalen_Variabeln

Itemübersicht

Stationenheft

Detailangaben zu den einzelnen Dokumenten in diesem Anhang erteilt der Verfasser der Dissertation. Anfragen unter: mueller.j@bluewin.ch

⁴⁹ CK = Fachwissen.

⁵⁰ PCK = fachdidaktisches Wissen.

⁵¹ PK = pädagogisches Wissen.

VI. Anhang: Datenanalysen

Datenanalyse_Person-Item Map_Fachwissenstest

Datenanalysen_PCK⁵²_PK⁵³

Detailangaben zu den einzelnen Dokumenten in diesem Anhang erteilt der Verfasser der Dissertation. Anfragen unter: mueller.j@bluewin.ch

⁵² PCK = fachdidaktisches Wissen.

⁵³ PK = pädagogisches Wissen.

VII. Anhang: Detailliertere Angaben zum Projekt „INTeB“ und Stichprobe

Detailangaben zu den einzelnen Dokumenten in diesem Anhang erteilt der Verfasser der Dissertation. Anfragen unter: mueller.j@bluewin.ch